



**Universidade do Estado do Rio de Janeiro**

Michelle Passos Araujo

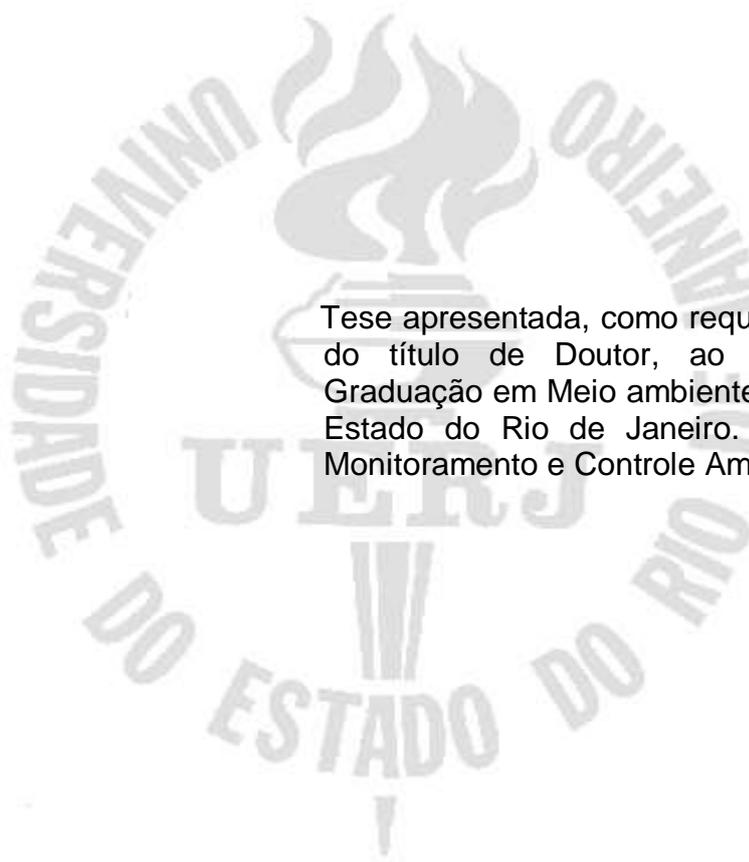
**Testemunhos de Lama - Conhecer o passado, compreender o presente e pensar o futuro: reconstituição da contaminação nos manguezais da costa brasileira e dimensões socioeconômicas de seu entorno**

Rio de Janeiro

2018

Michelle Passos Araujo

**Testemunhos de Lama - Conhecer o passado, compreender o presente e pensar o futuro: reconstituição da contaminação nos manguezais da costa brasileira e dimensões socioeconômicas de seu entorno**



Tese apresentada, como requisito para a obtenção do título de Doutor, ao Programa de Pós-Graduação em Meio ambiente, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Linha de Pesquisa: Monitoramento e Controle Ambiental

Orientador: Prof. Dr. Mário Luiz Gomes Soares

Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Cláudia Hamacher

Rio de Janeiro

2018

Crescimento econômico. Marcadores moleculares. Contaminação. Ecossistema marinho

Ecologia aquática

CATALOGAÇÃO NA FONTE  
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/A

A663 Araujo, Michelle Passos.  
Testemunhos de Lama - Conhecer o passado, compreender o presente e pensar o futuro: reconstituição da contaminação nos manguezais da costa brasileira e dimensões socioeconômicas de seu entorno / Patrícia de Oliveira Plácido. – 2017.  
354f.

Orientador: Mário Luiz Gomes Soares.  
Coorientadora: Cláudia Hamacher.  
Tese (Doutorado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

1.Manguezais - Brasil - Teses. 2.Brasil - Condições economicas - Teses. 3.Ecologia aquática - Brasil - Teses. 4. Proteção ambiental - Brasil - Teses. I. Soares, Mário Luiz Gomes. II. Hamacher, Cláudia. III. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. IV. Título.

CDU 551.435.33(81) (81)

Ficha catalográfica elaborada por *Rosalina Barros* - **CRB/7 - 4204**

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese, desde que citada a fonte.

---

Assinatura

---

Data

Michelle Passos Araujo

**Testemunhos de Lama - Conhecer o passado, compreender o presente e pensar o futuro: reconstituição da contaminação nos manguezais da costa brasileira e dimensões socioeconômicas de seu entorno**

Tese apresentada, como requisito para a obtenção do título de Doutor, ao Programa de Pós-Graduação em Meio ambiente, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Linha de Pesquisa: Monitoramento e Controle Ambiental

Aprovada em 27 de fevereiro de 2018.

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Mário Luiz Gomes Soares (Orientador)  
Universidade do Estado do Rio de Janeiro

---

Profa. Dra. Cássia de Oliveira Farias  
Universidade do Estado do Rio de Janeiro

---

Profa. Dra. Elza Maria Neffa Vieira de Castro  
Universidade do Estado do Rio de Janeiro

---

Prof. Dr. Carlos Frederico Bernardo Loureiro  
Universidade Federal do Rio de Janeiro

---

Prof. Dr. Arthur de Lemos Scofield  
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro

2018

## DEDICATÓRIA

Aos meus tios... Alda e Heraldo (em memória).

Aos meus queridos alunos Aninha, Vinícius e Taíssa (em memória).

A minha querida amiga Helen (em memória)

Acredito que exista uma **vida** para além desta dimensão, muito maior e que jamais podem nos tirar - seja a doença, acidentes ou o homem mal. Vocês já se encontram nela. E, sem dúvida, nos encontraremos de novo.

## AGRADECIMENTOS

“início da tese”....



Desde criança, eu aprendi a ter gratidão por tudo, assim nada melhor do que expressar a minha gratidão neste documento. Gratidão para com TUDO e TODOS que puderam colaborar na elaboração desta tese de doutoramento ou mesmo conviver comigo neste período. Ciente que um trabalho nunca é feito sozinho, necessário se faz, a cooperação de vários elementos, visíveis ou não, e de várias pessoas em um desafio como a construção de uma tese de doutorado, por isso agradecimentos parece pouco, frente às grandes colaborações que recebi durante o percurso, mas sintam que é verdadeiro e que não foi pouca aquela parcela de contribuição dada naquele determinado momento. Receba minha gratidão independente de ter seu nome citado.

Talvez o mais difícil seja por quem começar... Decidi começar pelo Ser que me motiva a cada manhã na descoberta do bem viver e a cada findar do dia me dá a chance de recomeçar mais uma vez, sem sequer me retaliar, pelo contrário, me envolve num sentimento que talvez seja o Amor. Mas quem seria eu para defini-lo, que me leva a refletir no que realmente vale a pena reter para a nova manhã... e o que realmente vale emitir ao próximo... Aprendi a chamá-lo de Deus, não sei como o leitor o chama, também não sei como já o definiram para ti, mas de todas as definições que me ensinaram, descobri que nenhuma é profundamente certa ou errada...afinal estes conceitos também foram a mim embutidos, e nem tentarei defini-lo pois qualquer coisa que pudesse redigir seria redutor, incompleto e inexoravelmente incerto..., sendo assim agradeço ao inexplicável Existir, que me convida e me inspira a ser, o que ainda estou descobrindo ser.... e que nesta aventura chamada vida... permitiu-me continuar a navegar...

Na sequência resolvi agradecer às minhas muitas famílias.... primeiramente àquela que me construiu genética, moral e amorosamente....aos meu pais Elizabeth e José Araujo, agradeço por serem meu lar e meu refúgio para todo o sempre, por me ensinarem valores tão valiosos que me acompanham até hoje, obrigada por me amarem tanto... e por tudo que abriram mão por mim e pela minha querida irmã Gisele, espero demonstrar-lhes no dia-a-dia o meu amor, carinho e orgulho, e reconheço o privilégio de tê-los em minha vida... amo vocês!!! E agradeço a todos os meus familiares, desde meus avós até os meus primos de uma sequência de

graus... com um privilégio de ter o vovô José (98 anos) para contar muita história da nossa grande, louca e apaixonante família....incluindo nossos pichanos Negueba, Pantero, Cindy, Mia, e Felicidade, além dos dogs Luna e Luck cujos carinhos não têm preço...

Agradeço a família que construí com meu companheiro Filipe Ximenes, embarcamos juntos nesta aventura da vida, compartilhando alegrias, desafios, dores, tropeços, e conquistas... descobrimos tantas coisas juntos, principalmente que numa relação entre humanos, a humanidade deve e pode ser suscitada rsrsrs descobrimos e respeitamos nossa humanidade e o conjunto de experiências vividas juntos, por tudo que aprendi, construí, desconstruí e conquistei com você, tudo isso me faz reconhecer que a escolha de te amar me preenche, me aprecia e me ensina...Te amo!!! E amo toda sua família, com destaque para meus sogros: D. Neli e seu Gamaliel... obrigada por me receberem e me amarem como uma filha, gostaria que soubessem o quanto os amo! Incluirei ainda na nossa família, as crianças de Jardim Gramacho, e muito do que penso e faço, assim o é, pois reconheço em seus olhares e questionamentos a necessidade de fazê-lo, obrigada por me inspirarem e me ensinarem a cada dia o que é aprender-ensinar a aprender, amo vocês! E agradeço, a nova e mais travessa e carinhosa pichana: a Felicidade, chegastes num momento propício, de muitas perdas a serem superadas.

Ainda num contexto familiar, agradeço aos meus amigos, tenho tantos que não conseguirei escrever todos os nomes, alguns serão ainda aqui citados e os que aqui não o forem é por um pequeno critério de espaço, memória e esperança, pois sempre faltará alguém, pois até esta data espero já ter somado mais alguns, mas sei que sabem o quanto são importantes e o quanto constroem e desconstroem-me, adoro esse movimento, amo vocês!

Adentrando por veredas acadêmicas mais recentes, tentei traçar uma linha do tempo, mas essa linha se entrelaça, então sem um critério muito definido seguirei conforme seja lá o que for.... (RSRS).

Agradeço pelo privilégio de fazer parte do Laboratório de Geoquímica Orgânica Marinha (e inorgânica atualmente rsrs) LAGOM(i): **L**ugar dinâmico de **A**migos unidos para, **G**erar ciência, **O**uvindo e respeitando as dúvidas e limitações, a ponto de **M**aravilhar-se com o mosaico de emoções e descobertas de tudo e todos que deixaram e deixam suas marcas e experiências pessoais e científicas...(i) indispensável para minha formação profissional e pessoal .... Uma vez LAGOM... sempre LAGOM...

Saudações e agradecimentos a todos os lagomianos ativos e espalhados por esse mundo... vivemos tantas coisas juntos, das quais sou muito grata, e qualquer lagomiano que ler se reconhecerá: pelas risadas, ensinamentos, aventuras em terra, mar, baía, rio, navio, barco, fila de bandejão, ponte, lama, estuário, lagoa, ilha.... e no nosso espaço do laboratório, pelos erros, pelas heurcas, pelos sustos, pelo respeito, pelas tensões, pelos puxões de orelhas, e pelas orelhas, pelas festas

comilanças, pelas conversas pessoais e oceanográficas, pelos conselhos, pelas lembranças, pelas faxinas, pelo acolhimento, pelas amizades, pelos olhares, pelos abraços, pelos chocolates e quitutes de viagens, pelo carinho, pela cumplicidade, pela ajuda, pela confiança, pelos momentos inesquecíveis e por serem quem são em minha vida... sou imensamente grata queridos lagomianos, em ordem cronológica desde 2014: Plínio (mestre químico, humano querido e amigo para todo sempre, saudades), D. Antônia (amiga querida obrigada por nos ajudar na limpeza do laboratório), Wendel (amigo seus questionamentos infundáveis, além de testar minha paciência, me impulsiona a pensar), Erica (amiga parecia que nos conhecíamos há tempo), Helen (querida amiga, aprendemos e vivemos tanto juntas, orgulho, alegria e saudades, é uma honra tê-la por “perto”), Eduardo, Milena, Oswaldo e Fábio (adoro vocês queridos amigos, saudades das nossas risadas e atrapalhadas, desabafos e afagos, não sumam por favor!), Luiza, João, Erick (aprender a ensinar e ensinar a aprender nos resume, foi ótimo!), queridos da graduação e alguns pude presenciar ainda na pós-graduação sempre estarei na torcida por e pra vocês, que possamos ter guardado o precioso valor da UERJ, do LaGOM e da nossa companhia: Karen (tímida e sensível), Nathália (complexa e forte), Marina (aventureira e dedicada), Thayse (cuidadosa), Fellipe (sensível e amoroso), Bruna (dedicada e amorosa), Raquel Avelina (dedicada e querida), as “Ls” Lays (zen e pensativa), Luisa (zen e divertida) e Larissa (dedicada e delicada), Angélica (corajosa e preciosa); aos orgânicos queridos Bia (dificuldades são para nos tornar mais fortes, fortaleza és amiga, tu irás além), Léo (nossas risadas e conversas são adimensionais, sempre o achei um bom humano, nunca mau rsrs), e Raquel (forte, amorosa e corajosa! É uma honra conviver com você, sou agraciada por tê-la por perto), Ricardo (Vidão! Amigos em qualquer hora!, coletar com você não tem preço rsrs), Leandro (em tão pouco tempo já és muito querido), Pedro e Matheus (sejam bem vindos ao mundo das ciências, o LaGOM é um bom lugar para se começar e estar). Às professoras Letícia e Luana, um excelente time atrai excelentes jogadoras, foram muito bem vindas e são muito queridas! E aos novos alunos, sejam bem vindos! Acreditem todos vocês: I’ll be there for you, my friends!

Num critério de imensa admiração e tempo de jornada, falarei dos meus orientadores LAGOM e NEMA, e talvez uma boa comparação ao que esses representam para mim, seria compará-los à estrela de Belém, aquela que segundo a história orientou magos (estudiosos) a direção para onde encontrar caminho, não onde encontrar respostas... mas talvez a transcendência de reformular perguntas durante o caminhar caminhos.... às minhas queridas amigas orientadoras Cássia Farias e Cláudia Hamacher (C & C) e ao querido amigo e orientador Mário Soares. E, que estiveram comigo nos felizes e difíceis momentos recentes de minha vida sempre brilhando caminhos.

Durante a graduação e o mestrado na oceanografia, ali mesmo no LAGOM um pouco diferente na época, eu e minha amiga Talitha éramos consideradas uma só... nós éramos Michelletalitha, devido a nossa amizade, cumplicidade e atuação

científica, apesar de nossas individualidades por vezes contrastantes, adorávamos ser Michelle Talitha. Por que escrevi isto? Pois encontrei em C & C a mesma sinceridade, cumplicidade e amizade, uma dádiva a mim concebida é compartilhar e conviver com vocês. Pensei muito sobre agradecê-las em parágrafos diferentes, mas escolhi permanecê-las juntas como um ato de fé acerca de vossa amizade, sem dúvidas que já é para a vida toda. Burocraticamente tive que “separá-las” (banca e orientadora), mas nunca foi assim, foi como dividir as lagoas com a Talitha, mas na verdade fizemos tudo tão juntas que não saberíamos como separar o que uma ou a outra fez. E como vocês meninas fizeram... como ainda fazem e continuarão para todo o sempre a fazer... E como tamanha gratidão é a minha admiração e respeito por vocês duas, transformei-as em um, um exemplo a ser seguido, uma estrela de Belém, Amo vocês!!!

Para completar minha querida estrela de Belém, sabe aquelas pessoas que admiramos tanto, que chegamos a ter receio de falar bobagem perto? Pois bem, é assim que me sinto perante o meu professor, orientador e amigo Mário Soares, é até difícil escrever amigo por tamanho privilégio, então escreverei meu potencial amigo ou um amigo em potencial. Uma das minhas grandes buscas nesta vida é reconhecer um humano humano, aquele que carrega consigo a humanidade e dia a dia, lapida-a a ponto de refletir luz para outras pessoas, imagino ser isso quando Jesus se refere quanto ao que doar ao próximo, a nós mesmos, nossa humanidade... cumpres bem esse papel... Nunca esquecerei do dia que ao desistir da primeira vez que passei para o doutorado, me chamastes em tua sala me aconselhando a não desistir, foi muito importante para mim, poucas são as pessoas que nos incentivam a não desistir dos sonhos, e por uma questão ética de minha pessoa, lhei neguei o convite de orientação, mas lancei para a vida as cenas dos próximos capítulos... e aqui estamos nós.... orientador e orientanda findando (eu acho) esta etapa..., obrigada por não desistir de mim, mais uma dádiva que a vida me concebeu em compartilhar e conviver com você e com o Núcleo de Estudos em Manguezais-NEMA que construiu e continua a construir com todos os seus componentes, muito obrigada!!!. E neste **Novo** lugar de **Experimental**, fazer e repensar ciência com **Muitos** amigos e profissionais **Admiráveis**, atualmente também me insiro (NEMA). A cada um de vocês, parceiros de viagens, de laboratório, de atolamentos na lama, de risadas, de testemunhos, de físico-química, de conversas, de desabafos, de deslizes, de descobertas, de ensinamentos, de amizades, muito obrigada pela carinhosa e calorosa recepção, e como um ser transfronteiriço LAGOM-NEMA, me ajudam e me ensinam a compreender um mundo biológico, social e oceanográfico diferente, a todos vocês direciono minha imensa gratidão.

Gostaria ainda de agradecer ao Professor Heitor Evangelista que carinhosamente e prontamente abriu as portas do Laboratório de Radioecologia e Mudanças Globais (LARAMG) para a realização da datação. Sou grata por todo o esforço e aprendizado para além de apenas uma técnica, mas aprendizados de vida, a incluir a resistência dos pesquisadores a ultrapassarem as limitações e as

circunstâncias que um laboratório pode passar. O meu carinhoso muito obrigada ao Heitor e toda a sua equipe.

Não sei se existe um número máximo de páginas, mas tentarei me conter até a próxima, a qual reservei para o período do doutorado, que desde 2013 continuo minha admiração pela busca de conhecimento, no caso aqui enfatizando apenas a dimensão científica para tal, e refletindo quanto ao sentido de fazer ciência, ser cientista..etc., e acreditem não estou nem perto de descobrir...mas continuarei navegando...

O que o Programa de Pós Graduação em Meio Ambiente me proporcionou? Pessoalmente, grandes e inesquecíveis amigos, peço licença em destacar seus nomes Patrícia Plácido (com o Pedro) e Aliny Gaudard, vocês realmente foram o melhor retido neste doutorado (não consigo nem preciso mensurar o que temos, afinal cresce a cada dia, como amo vocês! Atravessaremos!!!), sem contar o amigo Luciano (com sua força - tempestades passam e o amanhecer vem- e inspiração: Lucas Bento), a amiga Natália (responsável por muitas gargalhadas quanto à multidisciplinaridade, amiga sem saber vc é mais que multi...inter ou trans..., amote), a amiga Márcia (com seu sotaque, temperamento e carinho sem igual, adoro!), a amiga Dalila (com sua maternidade genial), ao amigo Thode (pelo carinho, conversas e perseverança, sua família é linda!), ao amigo Rafael (e a linda Maya... sua criatividade me inspira!), ao amigo Saulo (pelas risadas e embaraços durante as aulas, só de lembrar dou gargalhadas!), e ao Felipe (tu és da nossa turma viu? e muito querido!), juntos formamos uma bela turma, uma família multidisciplinar, como aprendi com vocês!, suas particularidades e nossas aberturas em nos “interficiar” tornou este período espetacularmente excelente, só de pensar me traz boas lembranças e muitas saudades....Amo vocês!!! Paz e sucesso no caminhar...

Às queridas Danielle e Jeniffer, damos tantas “dorers de cabeça” a vocês, honra a quem tem honra, vocês arrasam meninas, muitíssimo obrigada! Aos professores dedicados e nem tão dedicados, aos multidisciplinares e disciplinares, seja como forem mérito a quem tem mérito, meus parabéns pelo que são, professores de uma universidade sob sucateamento, a todos que compõem a Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), servidores ou não, meu respeito e admiração por nossa luta e resistência pelo direito a uma educação pública de alto nível, bem como uma ciência, que não se submete a interesses de um grupo hegemônico, visando o capital e o poder que ainda traz consigo, mas por uma ciência que pense para além do ego, do humano, incluindo o humano, que contribua para uma consciência transcendente quanto a nossa cidadania planetária, numa totalidade que o ambiental se potencializa em representar.... UERJ, CIÊNCIA NO BRASIL e HUMANIDADE, Resistem!

Não poderia deixar de mencionar a prof. Elza Neffa, conheço poucos instrumentos que fluem tão bem a voz de Deus, estás incluída em minha lista! O que me faz lembrar que Jesus sempre elucidou quanto à necessidade de fluidez do amor

por canais humanos ao próximo... que continues sendo ininterruptamente... instrumento ... sua luz inspira a muitos e me inspira...

Em especial, quero agradecer a alguém que de supetão adentrou em minha vida, e que nunca mais sairá dela... ao Dr. Raphael Iglesias e toda sua equipe competente do Hospital Federal Cardoso Fontes, que prontamente ao perceberem a gravidade de minha situação, me receberam e me presentearam com cuidado, carinho, atenção e dedicação. Bem como a todos aqueles que oraram, buscaram incessantemente caminhos (em especial a Ana Carla), enviaram boas energias... obrigada por me acompanharem nessa caminhada, quero destacar as minhas colegas de quarto (D. Márcia e Priscila, em memória), juntas fizemos um lugar de dor se tornar um lugar de amor, risadas e amizade... com saudades, tento fazer valer a pena a graça a mim concedida...

Aos professores da banca examinadora, é um privilégio tê-los como avaliadores, suas críticas tornam este trabalho e esta aprendiz mais alinhados.

Finalmente, agradeço à sociedade brasileira, por cada cidadão brasileiro que financiou minha formação, na representação das bolsas concedidas (FAPERJ) e projetos envolvidos, a cada setor social que compõe nosso Brasil brasileiro, e aqueles com quem pude compartilhar vivências ao longo do fazimento desta tese, barqueiros, pescadores, cozinheiros (as), recepcionistas, curiosos .... e enfatizarei ainda, a todos aqueles, conscientes ou não, envolvidos com os manguezais, a vocês dedico minha gratidão, inspiração e admiração.

Não se ajustem demais à sua cultura, a ponto de não poderem pensar mais. Em vez disso, concentrem a atenção em Deus. Vocês serão mudados de dentro para fora. Descubram-o em vocês, e diferentemente da cultura dominante que sempre os arrasta para baixo, ao nível da imaturidade, Deus extrai o melhor de vocês e desenvolve em vocês uma verdadeira maturidade....

*Romanos 12:2*

Sendo assim,  
eu prefiro ser esta metamorfose ambulante, do que ter aquela velha opinião formada sobre tudo

*Raul Seixas,*

a fim de alcançar em sabedoria:

Conhece-te a si mesmo

*1 Coríntios 11:2*

## RESUMO

ARAUJO, Michelle Passos. *Testemunhos de Lama - conhecer o passado, compreender o presente e pensar o futuro: reconstituição da contaminação nos manguezais da costa brasileira e dimensões socioeconômicas de seu entorno*. 2018. 354f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2018.

Essa tese apresenta um estudo sobre o acúmulo de matéria orgânica nos sedimentos de manguezais brasileiros, utilizando marcadores moleculares lipídicos (hidrocarbonetos alifáticos - HAT, hidrocarbonetos policíclicos aromáticos - HPAs - e esteróis) e indicadores socioeconômicos, com o objetivo de avaliar o processo histórico de contaminação de manguezais ao longo da costa do Brasil. Foram amostrados 8 (oito) testemunhos de sedimentos em áreas de manguezal, distribuídas em áreas com características prístinas e sob influência antrópica, representativas das quatro regiões geográficas litorâneas do Brasil. Os compostos orgânicos foram obtidos através de extração em Soxhlet (EPA 3540C) e separação em cromatografia líquida em coluna aberta de sílica/alumina (EPA 3630C). A identificação e quantificação foram realizadas por cromatografia em fase gasosa com detector de ionização por chama (CG/DIC - EPA 8015B), para os HAT, e acoplada à espectrometria de massa (EPA 8270D), para os HPAs e esteróis. As concentrações de hidrocarbonetos (HAT: 0,5 a 381,7  $\mu\text{g.g}^{-1}$ ; HPAs: 4,2 a 4.877  $\text{ng g}^{-1}$  e,  $\Sigma 16\text{HPA}$  : 2,3 a 630  $\text{ng g}^{-1}$ ) e esteróis (Totais: 3,09 a 451,4  $\mu\text{g g}^{-1}$  e  $27\Delta^{OB}$ : 0,22 a 8,75  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) registraram níveis de contaminação desde baixos a moderados nos sedimentos dos manguezais estudados. Um aporte mais expressivo destes compostos foi percebido nas últimas décadas, refletindo uma contaminação recente principalmente para os manguezais adjacentes a áreas metropolitanas, correspondente às atividades antrópicas locais. Através de uma abordagem integrada de análise estatística multivariada e interpretação de indicadores socioeconômicos foi possível discernir os perfis históricos das contribuições naturais e antrópicas (pirolítica, petrogênica e/ou fecal) nos sedimentos de manguezais de acordo com a evolução dos processos de ocupação urbana, agrária e industrial, reflexo das políticas de desenvolvimento do Brasil, no último século. A acentuada tendência de aumento dos níveis de contaminação nas décadas recentes, requer atenção especial, emergindo a importância da extensão deste, e de novos conhecimentos, à toda sociedade brasileira em prol da conservação dos manguezais.

Palavras-chaves: Testemunhos de sedimento. Crescimento econômico. Marcadores moleculares. Contaminação. Ecossistema marinho

## ABSTRACT

ARAUJO, Michelle Passos. Mud Cores - To know the past, to understand the present and to think the future: Reconstitution of the contamination in mangroves of the Brazilian coast and socioeconomic dimensions of its surroundings. 2018. 354f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente) Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2018.

This thesis shows a study on the accumulation of organic matter in mangrove sediments using lipid molecular markers (aliphatic hydrocarbons - AHT, polycyclic aromatic hydrocarbons - PAHs - and sterols) and socioeconomic indicators, with the objective of evaluating the historical process of mangrove contamination along the coast of Brazil. Eight (8) sediment cores were sampled in mangrove forests, distributed in areas with pristine characteristics and under anthropic influence, representative of the four Brazilian coastal geographic regions. The organic compounds were obtained by extraction in Soxhlet (EPA 3540C) and separation on liquid chromatography on an open column of silica / alumina (EPA 3630C). Identification and quantification were performed by gas chromatography with flame ionization detector (GC / FID - EPA 8015B) for TAH and coupled to mass spectrometry (EPA 8270D) for PAHs and sterols. The obtained concentrations of hydrocarbons (TAH: 0.5 to 381.7  $\mu\text{g.g}^{-1}$ , PAHs: 4.2 to 4,877  $\text{ng g}^{-1}$ , and  $\Sigma 16\text{PAH}$ : 2.3 to 630  $\text{ng g}^{-1}$ ) and sterols (Total: 3.09 to 451.4  $\mu\text{g g}^{-1}$  and  $27\Delta 0\beta$ : 0.22 to 8.75  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) represent low to moderate contamination levels in the sediments. A more expressive contribution of these compounds was observed in the last decades, reflecting a recent contamination mainly for the mangroves adjacent to metropolitan areas, corresponding to local anthropic activities. Through an integrated approach applying multivariate statistical analysis and interpretation of socioeconomic indicators, it was possible to discern the historical profiles of natural and anthropogenic contributions (pyrolytic, petrogenetic and/or fecal) in the mangroves' sediments in response to the evolution of the processes of urban, agrarian and industrial occupation, as a result of Brazil's development policies in the last century. The sharp trend of increasing levels of contamination in recent decades requires special attention. In this way, for the conservation of mangroves, it is evident the importance of exposing the knowledge generated here and of new knowledge for the whole Brazilian society.

Keywords: Sediment cores. Urbanization. Economic Growth Socioeconomics. Molecular Markers. Contamination. Marine ecosystem

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1-	Ocorrência de manguezais no mundo. ....	36
Figura 2-	Cromatograma com a distribuição de n-alcenos (n-C <sub>12</sub> a n-C <sub>38</sub> ), isoprenóides e em detalhe a MCNR unimodal de uma amostra de sedimento superficial de um dos manguezais estudados .....	53
Figura 3-	Estruturas químicas de alguns HPAs de menor peso molecular considerados neste estudo.....	55
Figura 4-	Estruturas químicas de alguns HPAs de maior massa molecular considerados neste estudo.....	56
Figura 5-	Estrutura do perhidro-1,2-ciclopentafenantreno.....	59
Figura 6-	Estruturas químicas de alguns esteróis e triterpenos quantificados neste estudo .....	63
Figura 7-	Série de decaimento do <sup>238</sup> U. ....	67
Figura 8-	Diagrama esquemático do ciclo hidrogeoquímico do <sup>210</sup> Pb bo ambiente ....	68
Figura 9-	Localização da área de estudo no município de São Caetano de Odivelas.....	72
Figura 10-	Mapa de uso e ocupação do solo e hidrologia do município de São Caetano de Odivelas.....	74
Figura 11-	Localização da área de estudo no município de Extremoz. ....	77
Figura 12-	Mapas do município de Extremoz coma as unidades geoambientais (a) e uso do solo (b).....	79
Figura 13-	Localização da área de estudo no município de Natal.....	82
Figura 14-	Mapa de unidades geoambientais da área estuarina do rio Potengi.....	83
Figura 15-	Mapa do uso do solo da região estuarina do rio Potengi. ....	84
Figura 16-	Localização da área de estudo no município de Maceió.....	86
Figura 17-	Uso e ocupação do solo no CELMM .....	88
Figura 18-	Localização da área de estudo no município de Barra de São Miguel.....	90
Figura 19-	Localização da área de estudo no município de Caravelas .....	93
Figura 20-	Mapa de uso e ocupação da planície costeira de Caravelas .....	95
Figura 21-	Localização da área de estudo no município de Magé .....	97
Figura 22-	Localização da área de estudo no município de Florianópolis .....	101
Figura 23-	Evolução temporal da ocupação da região da baía Sul da ilha.....	103
Figura 24-	Rodovias SC-401 (Deputado Diomício Freitas) no manguezal do rio Tavares. ....	104

Figura 25-	Curvas de eficiência do detector de acordo com a geometria de contagem das amostras de sedimento de manguezal .....	124
Figura 26-	Localização das oito áreas de manguezais estudados .....	135
Figura 27-	Teores de carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total (NT) e razão molar (C/N) nos sedimentos superficiais de manguezais brasileiros .....	140
Figura 28-	Valores de hidrocarbonetos alifáticos para os sedimentos superficiais de manguezal.....	142
Figura 29-	Distribuição dos n-alcenos individuais, em $\mu\text{g g}^{-1}$ , em sedimentos superficiais dos manguezais estudados. ....	144
Figura 30-	Distribuição espacial dos HPAs totais e dos 16 HPAs USEPA e compostos alquilados nos sedimentos superficiais dos manguezais estudados.....	147
Figura 31-	Distribuição dos HPAs individuais nos sedimentos superficiais dos manguezais estudados.....	150
Figura 32-	Proporção (%) de HPAs com 2-3 anéis, 4 anéis e 5-6 anéis nos sedimentos superficiais nos manguezais da costa brasileira .....	152
Figura 33-	Razões diagnósticas entre HPAs (WANG <i>et al.</i> , 1999; Yunker <i>et al.</i> , 2002)	154
Figura 34-	Análise de componentes principais .....	155
Figura 35-	Atividades de $^{210}\text{Pb}$ (em $\text{Bq kg}^{-1}$ ) nos testemunhos de manguezais.....	159
Figura 36-	Perfil vertical de $\ln (^{210}\text{Pb exc})$ , retas de regressão com coeficientes de determinação , taxas de sedimentação e ano das camadas sedimentares datadas para os testemunhos de sedimentos dos manguezais estudados. ....	161
Figura 37-	Distribuição vertical das características gerais dos sedimentos dos manguezais brasileiros.....	165
Figura 38-	Correlação entre Nitrogênio Total vs Carbono Orgânico (%) nas amostras de sedimentos dos testemunhos analisados nos manguezais brasileiros...	169
Figura 39-	Valores médios ( $\pm$ desvio padrão) de n-Alcanos individuais, em $\mu\text{g g}^{-1}$ , para cada testemunho de sedimento nos manguezais estudados.....	173
Figura 40-	Distribuição vertical de n-alcenos, MCNR e HATs (em $\mu\text{g g}^{-1}$ , peso seco) nos perfis sedimentares. Em destaque as datas de derramamento de petróleo ocorridos na baía de Guanabara (gota preta0 que podem ter influenciado RJ-SUR .....	175
Figura 41-	Distribuição vertical dos HPAs ( $\text{ng g}^{-1}$ , peso seco) em perfis de sedimento dos manguezais .....	180
Figura 42-	Valores médios ( $\pm$ desvio padrão) de HPAs individuais em $\text{ng g}^{-1}$ , para cada testemunho de sedimento nos manguezais estudados.....	183
Figura 43-	Razões doagnósticas de HPAs nos manguezais do Brasil .....	185
Figura 44-	Triterpenos e esteróis, em $\mu\text{g g}^{-1}$ , nos perfis sedimentares dos manguezais do Brasil .....	189

Figura 45-	Faixa de variação (média $\pm$ desvio-padrão) para razão estanol/estenol nos testemunhos dos manguezais estudados .....	200
Figura 46-	Projeção dos fatores 1 e r da PCA para os marcadores orgânicos analisados neste estudo.....	202
Figura 47-	Distribuição dos manguezais segundo os dois principais fatores da PCA ..	203
Figura 48-	Evolução das contribuições naturais antrópicas da matéria orgânica, nº de habitantes, taxa de urbanização, e PIB detalhado por setores (AGRO: Agronegócio, IND: Indústria, SER: Serviços) e principais eventos históricos em São Caetano de Odivelas (PA).....	204
Figura 49-	Evolução das contribuições naturais antrópicas da matéria orgânica, nº de habitantes, taxa de urbanização, e PIB detalhado por setores (AGRO: Agronegócio, IND: Indústria, SER: Serviços) e principais eventos históricos em Extremoz (RN).....	206
Figura 50-	Evolução das contribuições naturais antrópicas da matéria orgânica, nº de habitantes, taxa de urbanização, e PIB detalhado por setores (AGRO: Agronegócio, IND: Indústria, SER: Serviços) e principais eventos históricos em Natal (RN). .....	207
Figura 51-	Evolução das contribuições naturais antrópicas da matéria orgânica, nº de habitantes, taxa de urbanização, e PIB detalhado por setores (AGRO: Agronegócio, IND: Indústria, SER: Serviços) e principais eventos históricos em Barra de São Miguel (AL). .....	209
Figura 52-	Evolução das contribuições naturais antrópicas da matéria orgânica, nº de habitantes, taxa de urbanização, e PIB detalhado por setores (AGRO: Agronegócio, IND: Indústria, SER: Serviços) e principais eventos históricos em Maceió/Lagoa de Mundaú (AL).....	211
Figura 53-	Evolução das contribuições naturais antrópicas da matéria orgânica, nº de habitantes, taxa de urbanização, e PIB detalhado por setores (AGRO: Agronegócio, IND: Indústria, SER: Serviços) e principais eventos históricos em Caravelas (BA). .....	213
Figura 54-	Evolução das contribuições naturais antrópicas da matéria orgânica, nº de habitantes, taxa de urbanização, e PIB detalhado por setores (AGRO: Agronegócio, IND: Indústria, SER: Serviços) e principais eventos históricos em Magé/Suruí (RJ). .....	215
Figura 55-	Evolução das contribuições naturais antrópicas da matéria orgânica, nº de habitantes, taxa de urbanização, e PIB detalhado por setores (AGRO: Agronegócio, IND: Indústria, SER: Serviços) e principais eventos históricos em Florianópolis (SC).....	217
Figura 56-	Ilustração do pensamento reflexivo da autora. ....	224
Figura 57-	Cromatogramas das amostras sedimentares superficiais dos manguezais estudados.....	345
Figura 58-	Cromatogramas de algumas camadas do testemunho sedimentar coletado em São Caetano de Odivelas (PA). .....	347

Figura 59-	Cromatogramas de algumas camadas do testemunho sedimentar coletado em Extremoz (RN).. .....	348
Figura 60-	Cromatogramas de algumas camadas do testemunho sedimentar coletado em Natal (RN).. .....	349
Figura 61-	Cromatogramas de algumas camadas do testemunho sedimentar coletado em Barra de São Miguel (AL).. .....	350
Figura 62-	Cromatogramas de algumas camadas do testemunho sedimentar coletado em Maceió/Lagoa de Mundaú (AL).. .....	351
Figura 63-	Cromatogramas de algumas camadas do testemunho sedimentar coletado em Caravelas (BA).. .....	352
Figura 64-	Cromatogramas de algumas camadas do testemunho sedimentar coletado em Magé/Suruí (RJ).. .....	353
Figura 65-	Cromatogramas de algumas camadas do testemunho sedimentar coletado em Florianópolis (SC).. .....	354

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1-	Razões C/N aproximadas de algumas fontes naturais terrestres e marinhas de matéria orgânica .....	45
Tabela 2-	Razões diagnósticas utilizadas na interpretação de hidrocarbonetos alifáticos em amostras ambientais.....	50
Tabela 3-	Índices diagnósticos dos HPAs e faixas de valores indicativas da fonte dos HPAs .....	58
Tabela 4-	Esteróis e triprenóis e suas informações geoquímicas .....	62
Tabela 5-	Classificação de indicadores e suas áreas temáticas , bem como as principais fontes de publicação das estatísticas públicas no Brasil.....	64
Tabela 6-	Locais e datas de amostragem dos testemunhos de sedimento de manguezais da costa brasileira propostos neste estudo.....	107
Tabela 7-	Condições cromatográficas para determinação de hidrocarbonetos alifáticos .....	115
Tabela 8-	Condições instrumentais para determinação de HPAs individuais.....	116
Tabela 9-	Condições instrumentais para determinação de esteróis e triterpenos individuais .....	117
Tabela 10-	Esteróis analisados no estudo, seus tempos de retenção e os íons utilizados para quantificação e identificação .....	119
Tabela 11-	Limites de detecção (LD) e limite de quantificação (LQ) dos hidrocarbonetos alifáticos analisados nos sedimentos, expressos em $\mu\text{g.g}^{-1}$ de peso seco. ....	120
Tabela 12-	Limites de detecção (LD) e limite de quantificação (LQ) dos hidrocarbonetos policíclicos aromáticos analisados nos sedimentos, expressos em $\text{ng.g}^{-1}$ de peso seco .....	121
Tabela 13-	Limites de detecção (LD) e limite de quantificação (LQ) dos esteróis e triterpenos analisados nos sedimentos, expressos em $\mu\text{g.g}^{-1}$ de peso seco Limites de detecção (LD) e limite de quantificação (LQ) dos hidrocarbonetos policíclicos aromáticos analisados nos sedimentos, expressos em $\text{ng.g}^{-1}$ de peso seco .....	122
Tabela 14-	Descrição e compilação dos indicadores socioeconômicos analisados .....	128
Tabela 15-	Símbolos gráficos de atividades antrópicas históricas das áreas de estudo	129
Tabela 16-	Descrição das áreas de estudo .....	134

Tabela 17- Teor de finos (%), nitrogênio total (NT) e carbono orgânico total (COT), hidrocarbonetos alifáticos totais (HATs) e seus índices relativos nos sedimentos superficiais de manguezais da costa brasileira.....	141
Tabela 18- Comparação entre as concentrações de HPAs determinadas em sedimentos superficiais de manguezais em diversas regiões no mundo. O nível de contaminação foi classificado de acordo com BAUMARD (1998b)	149
Tabela 19- Geocronologia dos testemunhos das oito áreas de manguezais, baseados no decaimento de $^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}$ .....	160
Tabela 20- Taxas de sedimentação nos testemunhos de sedimento nos manguezais brasileiros.....	162
Tabela 21- Valores mínimos (Min), máximos (Máx), médias (Méd), desvios padrão (DP) e medianas (Medn) das características gerais dos sedimentos de manguezais.....	163
Tabela 22- Valores mínimos e máximos das concentrações (em $\mu\text{g g}^{-1}$ , peso seco) de hidrocarbonetos alifáticos totais (HATs), n-alcenos, MCNR e razões diagnósticas para cada manguezal estudado.....	171
Tabela 23- Valores médios (Med), mínimos (Min) e máximos (Máx) e medianos (Medn) das concentrações de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos totais ( $\Sigma\text{HPAs}$ ), $\Sigma 16\text{HPAs}$ , % 2-3 anéis, % 4-6 anéis, alquilados totais ( $\Sigma\text{Alquil}$ ) e razões diagnósticas .....	178
Tabela 24- Valores médios (Med), medianos (Medn), mínimos (Min) e máximos (Máx) das concentrações de esteróis (em $\mu\text{g g}^{-1}$ ).....	192
Tabela 25- Concentrações de coprostanol em sedimentos costeiros ( a partir da década de 2000) em alguns sistemas costeiros do mundo.....	198
Tabela 26- Hidrocarbonetos Alifáticos individuais (em $\mu\text{g g}^{-1}$ ) nos sedimentos superficiais dos manguezais da costa brasileira .....	289
Tabela 27- Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos individuais (em $\mu\text{g g}^{-1}$ ) nos sedimentos superficiais dos manguezais da costa brasileira .....	290
Tabela 28- Atividades de $^{210}\text{Pb}_{\text{tot}}$ , $^{226}\text{Ra}$ e $^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}$ ( $\text{Bq Kg}^{-1}$ ) nas profundidades(cm) selecionadas do testemunho de sedimento do manguezal localizado em São Caetano de Odivelas (PA-SCO) .....	291

Tabela 29- Atividades de $^{210}\text{Pb}_{\text{tot}}$ , $^{226}\text{Ra}$ e $^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}$ ( $\text{Bq Kg}^{-1}$ ) nas profundidades(cm) selecionadas do testemunho de sedimento do manguezal localizado em Extremoz (RN-EXT) .....	291
Tabela 30- Atividades de $^{210}\text{Pb}_{\text{tot}}$ , $^{226}\text{Ra}$ e $^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}$ ( $\text{Bq Kg}^{-1}$ ) nas profundidades(cm) selecionadas do testemunho de sedimento do manguezal localizado em Natal (RN-NAT) .....	292
Tabela 31- Atividades de $^{210}\text{Pb}_{\text{tot}}$ , $^{226}\text{Ra}$ e $^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}$ ( $\text{Bq Kg}^{-1}$ ) nas profundidades(cm) selecionadas do testemunho de sedimento do manguezal localizado em Barra de São Miguel (AL-BSM) .....	292
Tabela 32- Atividades de $^{210}\text{Pb}_{\text{tot}}$ , $^{226}\text{Ra}$ e $^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}$ ( $\text{Bq Kg}^{-1}$ ) nas profundidades(cm) selecionadas do testemunho de sedimento do manguezal localizado em Maceió, especificamente em Lagoa Mundaú (AL-MUN) .....	293
Tabela 33- Atividades de $^{210}\text{Pb}_{\text{tot}}$ , $^{226}\text{Ra}$ e $^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}$ ( $\text{Bq Kg}^{-1}$ ) nas profundidades(cm) selecionadas do testemunho de sedimento do manguezal localizado em Caravelas (BA-CAR) .....	293
Tabela 34- Atividades de $^{210}\text{Pb}_{\text{tot}}$ , $^{226}\text{Ra}$ e $^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}$ ( $\text{Bq Kg}^{-1}$ ) nas profundidades(cm) selecionadas do testemunho de sedimento do manguezal localizado em Magé, especificamente em Suruí (RJ-SUR) .....	294
Tabela 35- Atividades de $^{210}\text{Pb}_{\text{tot}}$ , $^{226}\text{Ra}$ e $^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}$ ( $\text{Bq Kg}^{-1}$ ) nas profundidades(cm) selecionadas do testemunho de sedimento do manguezal localizado em Florianópolis (SC-FLO) .....	294
Tabela 36- Parâmetros físico-químicos, teores de carbono orgânico e nitrogênio total (em % e $\mu\text{g g}^{-1}$ ) e razão molar C/N nas camadas sedimentares do manguezal de São Caetano de Odivelas (PA) .....	295
Tabela 37- Parâmetros físico-químicos, teores de carbono orgânico e nitrogênio total (em % e $\mu\text{g g}^{-1}$ ) e razão molar C/N nas camadas sedimentares do manguezal de Extremoz (RN) .....	296
Tabela 38- Parâmetros físico-químicos, teores de carbono orgânico e nitrogênio total (em % e $\mu\text{g g}^{-1}$ ) e razão molar C/N nas camadas sedimentares do manguezal de Natal (RN) .....	297
Tabela 39- Parâmetros físico-químicos, teores de carbono orgânico e nitrogênio total (em % e $\mu\text{g g}^{-1}$ ) e razão molar C/N nas camadas sedimentares do manguezal de Barra de São Miguel (AL) .....	298

Tabela 40- Parâmetros físico-químicos, teores de carbono orgânico e nitrogênio total (em % e $\mu\text{g g}^{-1}$ ) e razão molar C/N nas camadas sedimentares do manguezal de Lagoa Mundaú/Maceió (AL) .....	299
Tabela 41- Parâmetros físico-químicos, teores de carbono orgânico e nitrogênio total (em % e $\mu\text{g g}^{-1}$ ) e razão molar C/N nas camadas sedimentares do manguezal em Caravelas (BA) .....	300
Tabela 42- Parâmetros físico-químicos, teores de carbono orgânico e nitrogênio total (em % e $\mu\text{g g}^{-1}$ ) e razão molar C/N nas camadas sedimentares do manguezal de Suruí/Magé (RJ) .....	301
Tabela 43- Parâmetros físico-químicos, teores de carbono orgânico e nitrogênio total (em % e $\mu\text{g g}^{-1}$ ) e razão molar C/N nas camadas sedimentares do manguezal de Florianópolis (SC) .....	302
Tabela 44- N-alcanos individuais (em $\mu\text{g g}^{-1}$ ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em São Caetano de Odivelas (PA) .....	303
Tabela 45- N-alcanos individuais (em $\mu\text{g g}^{-1}$ ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Extremoz (RN) .....	305
Tabela 46- N-alcanos individuais (em $\mu\text{g g}^{-1}$ ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Natal (RN) .....	307
Tabela 47- N-alcanos individuais (em $\mu\text{g g}^{-1}$ ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Barra de São Miguel (AL) .....	309
Tabela 48- N-alcanos individuais (em $\mu\text{g g}^{-1}$ ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Maceió (Lagoa Mundaú) (AL) .....	311
Tabela 49- N-alcanos individuais (em $\mu\text{g g}^{-1}$ ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Caravelas (BA) .....	313
Tabela 50- N-alcanos individuais (em $\mu\text{g g}^{-1}$ ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Magé/Suruí (RJ) .....	315
Tabela 51- N-alcanos individuais (em $\mu\text{g g}^{-1}$ ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Florianópolis (SC) .....	317
Tabela 52- HPAs individuais (em $\text{ng g}^{-1}$ ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em São Caetano de Odivelas (PA) .....	319
Tabela 53- HPAs individuais (em $\text{ng g}^{-1}$ ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Extremoz (RN) .....	321

Tabela 54- HPAs individuais (em ng g <sup>-1</sup> ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Natal (RN) .....	323
Tabela 55- HPAs individuais (em ng g <sup>-1</sup> ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Barra de São Miguel (AL) .....	325
Tabela 56- HPAs individuais (em ng g <sup>-1</sup> ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Maceió (AL) .....	327
Tabela 57- HPAs individuais (em ng g <sup>-1</sup> ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Caravelas (BA) .....	329
Tabela 58- HPAs individuais (em ng g <sup>-1</sup> ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Magé/Suruí (RJ) .....	331
Tabela 59- HPAs individuais (em ng g <sup>-1</sup> ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Florianópolis (SC) .....	333
Tabela 60- Esteróis e Triterpenos individuais (em µg g <sup>-1</sup> ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em São Caetano de Odivelas (PA) .....	335
Tabela 61- Esteróis e Triterpenos individuais (em µg g <sup>-1</sup> ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Extremoz (RN) .....	336
Tabela 62- Esteróis e Triterpenos individuais (em µg g <sup>-1</sup> ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Natal (RN) .....	337
Tabela 63- Esteróis e Triterpenos individuais (em µg g <sup>-1</sup> ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Barra de São Miguel (AL) .....	338
Tabela 64- Esteróis e Triterpenos individuais (em µg g <sup>-1</sup> ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Maceió (Lagoa de Mundaú) (AL) ...	339
Tabela 65- Esteróis e Triterpenos individuais (em µg g <sup>-1</sup> ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Caravelas (BA) .....	340
Tabela 66- Esteróis e Triterpenos individuais (em µg g <sup>-1</sup> ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Magé/Suruí (RJ) .....	341
Tabela 67- Esteróis e Triterpenos individuais (em µg g <sup>-1</sup> ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Florianópolis (SC) .....	342
Tabela 68- Indicadores socioeconômicos: nº de habitantes (unidades) e taxa de urbanização (%) dos municípios estudados.....	343
Tabela 69- Produto interno Bruto quanto ao valor adicionado, em R\$ 10 <sup>3</sup> , por setor agropecuário (AGRO), industrial (IND) e serviços (SER).....	344

## SUMÁRIO

	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	27
1	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	33
1.1	<b>Aspectos gerais da Zona Costeira Brasileira</b> .....	33
1.2	<b>Manguezais</b> .....	35
1.2.1	<u>Manguezais no Brasil</u> .....	37
1.2.1.1	Proteção dos manguezais .....	38
1.2.1.2	Pressões Antrópicas sobre o manguezal .....	41
1.3	<b>Matéria Orgânica Sedimentar</b> .....	42
1.4	<b>Indicadores Geoquímicos: Fontes de Matéria Orgânica</b> .....	44
1.4.1	<u>Composição Elementar</u> .....	44
1.4.2	<u>Marcadores Moleculares</u> .....	46
1.4.2.1	Hidrocarbonetos .....	48
1.4.2.1.1	Hidrocarbonetos Alifáticos .....	49
1.4.2.1.2	Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos .....	54
1.4.2.2	Esterois .....	59
1.5	<b>Indicadores Socioeconômicos</b> .....	63
1.6	<b>Geocronologia por <sup>210</sup>Pb: datação dos testemunhos sedimentares</b> .....	65
1.6.1	<u>Espectrometria Gama</u> .....	69
2	<b>AREA DE ESTUDO</b> .....	71
2.1	<b>Região Norte</b> .....	71
2.1.1	<u>Pará – São Caetano de Odivelas (PA-SCO)</u> .....	71
2.2	<b>Região Nordeste</b> .....	76
2.2.1	<u>Rio Grande do Norte – Extremoz (RN-EXT) e Natal (RN-NAT)</u> .....	76
2.2.2	<u>Alagoas – Maceió/Lagoa Mundaú (AL-MUN) e Barra de São Miguel (AL-BSM)</u> .....	85
2.2.3	<u>Bahia – Caravelas (BA-CAR)</u> .....	92
2.3	<b>Região Sudeste</b> .....	97
2.3.1	<u>Rio de Janeiro – Magé/Suruí (RJ-SUR)</u> .....	97
2.4	<b>Região Sul</b> .....	100
2.4.1	<u>Santa Catarina – Florianópolis (SC-FLO)</u> .....	100
3	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	106
3.1	<b>Amostragem de sedimentos superficiais e testemunhos de sedimentos nos manguezais da costa brasileira</b> .....	106
3.1.1	<u>Sedimento superficial</u> .....	107
3.1.2	<u>Testemunho de sedimentos</u> .....	108
3.2	<b>Análises Físico Químicas – Potencial hidrogeniônico (pH) e Potencial Redox (Eh)</b> .....	108
3.3	<b>Análises Geoquímicas</b> .....	109
3.3.1	<u>Análise Granulométrica (Teor de Finos – Silte + Argila)</u> .....	109
3.3.2	<u>Determinação de carbono orgânico (Corg) e nitrogênio total (NT)</u> .....	110
3.3.3	<u>Determinação de Marcadores Moleculares (Hidrocarbonetos e Esterois)</u> .....	112
3.3.3.1	Extração .....	113
3.3.3.2	Purificação do Extrato e separação das frações lipídicas .....	113
3.3.3.3	Determinação quali-quantitativa.....	114

3.3.3.3.1	Hydrocarbonetos Alifáticos .....	114
3.3.3.3.2	Hydrocarbonetos Policíclicos Aromáticos .....	115
3.3.3.3.3	Esteróis e Triterpenos.....	117
3.3.3.4	Controle de qualidade analítico .....	120
3.4	<b>Análises Geocronológicas: Datação dos testemunhos</b> .....	122
3.4.1	Preparo das amostras .....	122
3.4.2	Sistema de detecção gama .....	123
3.4.3	Aplicação do Modelo CRS ( <i>Constant Rate of Supply</i> ) .....	126
3.5	<b>Indicadores Socioeconômicos</b> .....	127
3.6	<b>Análises Estatísticas</b> .....	130
4	<b>DISTRIBUIÇÃO DE HIDROCARBONETOS ALIFÁTICOS E POLICÍCLICOS AROMÁTICOS NOS MANGUEZAIS DA COSTA BRASILEIRA</b> .....	131
4.1	<b>Introdução</b> .....	131
4.2	<b>Materiais e Métodos</b> .....	133
4.2.1	Área de Estudo.....	133
4.2.2	Procedimentos Metodológicos .....	136
4.3	<b>Resultados e Discussão</b> .....	137
4.3.1	Teor de Finos, Composição Elementar (COT e NT) e Razão Molar C/N .....	138
4.3.2	Hydrocarbonetos Alifáticos .....	140
4.3.3	Hydrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs).....	146
4.3.4	Análise de Componentes Principais.....	155
4.4	<b>Conclusão</b> .....	156
5	<b>RECONSTITUIÇÃO DO HISTÓRICO DA CONTAMINAÇÃO NOS MANGUEZAIS DA COSTA BRASILEIRA E DIMENSÕES SÓCIOECONÔMICAS DE SEU ENTORNO</b> .....	157
5.1	<b>Introdução</b> .....	157
5.2	<b>Materiais e Métodos</b> .....	158
5.3	<b>Resultados e discussão</b> .....	159
5.3.1	Geocronologia por <sup>210</sup> Pb .....	159
5.3.2	Características gerais do sedimento.....	163
5.3.3	Hydrocarbonetos Alifáticos (HAs) .....	170
5.3.4	Hydrocarbonetos Policíclicos Aromáticos .....	177
5.3.5	Esteróis e triterpenóides .....	188
5.3.6	Abordagem integrada: Geoquímica, socioeconomia e eventos históricos.....	201
5.4	<b>Conclusão</b> .....	219
6	<b>REFLEXÕES</b> .....	220
6.1	<b>Introdução</b> .....	220
6.2	<b>Testemunho de alma: a inquietação de um cientista</b> .....	221
6.3	<b>Mundo das Ciências: A Torre de Cristal e seus andares disciplinares</b> .....	225
6.4	<b>A moeda: Reprodução tecno-científica-metabólica do conhecimento</b> .....	230
6.5	<b>A fuga: A corda da responsabilidade social e ética</b> .....	233
6.6	<b>Oceano de incertezas</b> .....	235
6.7	<b>Uma ponte: Um sonho transdisciplinar de uma jovem cientista – saga científica</b> .....	239

6.7.1	<u>A Saga: Testemunhos de Manguezais Brasileiros</u> .....	241
6.8	<b>Longe de concluir</b> .....	243
6.8	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	244
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	248
	<b>APÊNDICE – Tabelas de dados e Cromatogramas</b> .....	289

## INTRODUÇÃO

A expressão, *Ordem e Progresso*, na bandeira do Brasil, foi adotada desde a proclamação da república (1889), com inspiração política do positivismo, forma abreviada do lema religioso positivista formulado pelo filósofo francês Auguste Comte: "O Amor por princípio e a Ordem por base; o Progresso por meta". Logo, o positivismo moldou o ordenamento territorial e social do Brasil, mediado pelo sistema socioeconômico vigente, o capitalismo (SALOMÃO, 2016)

Desde então, a ideia de ordem e progresso foi sendo construída por parte do governo brasileiro, relacionada ao crescimento populacional, ao crescimento econômico, bem como à dominação da natureza, sem qualquer preocupação ambiental. Isto pode ser explicitado pelas motivações governamentais quanto ao processo de ocupação territorial do Brasil: "Governar é Povoar" – Afonso Pena (1906-1909); "Governar é, pois, fazer estradas, para povoar" – Washington Luis (1926-1930), "50 anos em 5"- Juscelino Kubitschek (1956-1961); "Levar os homens sem terra à terra sem homens" - Emílio Garrastazu Médici (1969-1974) (ALVES, 2012).

A política desenvolvimentista brasileira, impulsionada por Getúlio Vargas e Juscelino Kubitschek (1º ciclo: 1930-1964), alterou o modelo econômico nacional de matriz exclusivamente agrário-exportadora para expansão urbano-industrial. No período dos governos militares (2º ciclo: 1964-1980), o processo de industrialização e urbanização se intensificou através dos Planos Nacionais de Desenvolvimento (PNDs) resultando num acelerado crescimento econômico (BRESSER-PEREIRA, 2003; LOUREIRO, 2014). Nos últimos anos da década de 1990, sob um novo modelo de desenvolvimento, o neoliberalismo, os governos permanecem na mesma linha desenvolvimentista ("Brasil Novo" - Fernando Collor de Melo e, "Avança Brasil!" Fernando Henrique Cardoso) e de incentivo aos grandes projetos econômicos (BERTONE; MELLO, 2006). Este modelo se estende até o presente, numa trama de legitimação das práticas de poder e reprodução capitalista no território, notadamente revigorada no slogan do atual governo de Michel Temer ("Ordem e Progresso").

Neste cenário histórico, o modelo urbano-industrial, desloca o centro dinâmico do mercado externo para o interno, e quanto ao ordenamento territorial, inicia com maior vigor o processo de deslocamento do centro dinâmico da economia brasileira: do campo para a cidade ao longo da zona costeira (MATOS, 2012; IGNAZZI, 2015).

Desta forma, a maior parte da população brasileira está concentrada em uma estreita faixa litorânea localizada entre o nordeste e o sul do país (IBGE, 2010). Esse contexto de intensa migração e urbanização para esta área, apesar de observada desde os primórdios da história do país, teve impulso na década de 1940/50, dando origem à atual configuração populacional brasileira. A urbanização que se dinamiza no litoral passa a corresponder, segundo SANTOS (2003), a um resultado e uma condição para a reprodução do capital, com o surgimento de obras de grande porte como estradas em substituição a outros sistemas de transportes, portos mais modernos, aeroportos, indústrias, além de inserções de meios técnicos mais sofisticados de exploração dos recursos naturais. É de se esperar que os ecossistemas ali localizados estejam sujeitos a um estresse ambiental muito elevado, devido à intensa ação antrópica sendo responsável por alterações significativas nos fluxos de materiais naturais e antrópicos para as águas e sedimentos, particularmente dos ecossistemas costeiros (MALDONADO *et al.*, 2000; EGANHOUSE; SHERBLOM, 2001).

Dentre estes ecossistemas, os manguezais merecem atenção especial visto sua elevada importância ecológica, econômica e social. O manguezal é um ecossistema de transição entre os ambientes terrestre e marinho, presente em regiões tropicais e subtropicais, sujeito ao regime de marés (SCHAEFFER-NOVELLI, 1990). No Brasil, ocorrem desde o extremo norte (Rio Oiapoque - 04° 20' N) até Laguna, no sul do país (Santa Catarina- 28° 30' S). Segundo SPALDING *et al.* (2010) a área ocupada por manguezais no Brasil é de 13.000 km<sup>2</sup>, representando o país com a segunda maior área de manguezais. No entanto, segundo esses autores a maior área contínua de florestas de mangue do mundo é encontrada no norte do Brasil, entre os estados do Maranhão e Pará, perfazendo cerca de 6.500 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 4,3% de toda a área de florestas de mangue do Planeta.

Os manguezais brasileiros localizam-se tanto em áreas com baixa densidade demográfica, quanto em regiões metropolitanas extremamente urbanizadas, com

empreendimentos portuários e industriais. Portanto, diversos manguezais brasileiros se encontram sujeitos ao aporte de efluentes industriais e domésticos, que contribuem para a contaminação de seus sedimentos por hidrocarbonetos (petrogênica e pirolítica) e material fecal, respectivamente (KATHIRESAN; BINGHAM, 2001; WU *et al.*, 2014; KAISER *et al.*, 2016)..

Marcadores geoquímicos orgânicos, tais como os hidrocarbonetos e esteróis, têm sido amplamente utilizados para determinar a origem da matéria orgânica, e como traçadores de atividades antrópicas em manguezais (RAMDINE *et al.*, 2012; RANJAN *et al.*, 2012; LI *et al.*, 2014; WU *et al.*, 2014; KAISER *et al.*, 2016). Esses compostos tendem a se adsorver ao material particulado e acumular nos sedimentos, devido à sua baixa solubilidade e natureza hidrofóbica. As características intrínsecas dos manguezais, incluindo sua grande concentração de matéria orgânica e de sulfeto, predomínio de sedimentos finos, as condições anóxicas e de baixa energia, favorecem a deposição e acúmulo de contaminantes nos sedimentos (TAM *et al.*, 2001; ZHENG *et al.*, 2002).

A caracterização quantitativa e qualitativa da matéria orgânica, através destes marcadores moleculares em testemunhos sedimentares datados, principalmente por  $^{210}\text{Pb}$ , tem sido um importante e promissor instrumento na avaliação da evolução das fontes e concentrações da matéria orgânica e, ainda, da alteração das condições ambientais ao longo do tempo em áreas com ocorrência de manguezais (WU *et al.*, 2014; LEWIS; RUSSELL 2015). Entretanto, o diagnóstico da contaminação dos sedimentos de manguezais feita com base somente nesses indicadores geoquímicos não reflete a complexidade do processo histórico de contaminação dos manguezais. Tendo em vista que a política de crescimento econômico brasileira norteou o padrão de ocupação do litoral e, por conseguinte, próximo aos manguezais, faz-se necessário a incorporação de indicadores socioambientais que reflitam os vetores de pressão antrópica do entorno destes ecossistemas, de modo a dar conta do processo, em sua totalidade, e a apontar novas estratégias multi-disciplinares capazes de subsidiar políticas públicas e ações para conservação e recuperação de áreas contaminadas ou degradadas.

Diversas foram as razões para a escolha dos manguezais brasileiros para a aplicação desta abordagem multi-paramétrica (indicadores geoquímicos e

socioeconômicos) na compreensão do histórico de contaminação: (i) ausência de estudos em escala nacional e poucos estudos pontuais quanto à contaminação em manguezais do Brasil (MATER *et al.*, 2004; CELINO *et al.*, 2008; FARIAS *et al.* 2008; CAVALCANTE *et al.*, 2009; CAMPOS *et al.*, 2012; SILVA; MADUREIRA, 2012; GRILO *et al.*, 2013), (ii) grande heterogeneidade espacial de cenários naturais e dos processos históricos de ocupação da zona costeira; (iii) por fim, o crescente processo de urbanização, industrialização e exploração turística na zona costeira do Brasil, e, em um contexto atual, novas fronteiras do interesse da indústria do petróleo, com atividades em fase exploratória.

No presente estudo, os biomarcadores lipídicos (hidrocarbonetos alifáticos, hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, triterpenos e esteróis) e indicadores socioeconômicos foram considerados em conjunto na avaliação do processo histórico de contaminação, através de testemunhos de sedimento datados ( $^{210}\text{Pb}$ ), de manguezais ao longo da costa do Brasil. Dessa forma, o objetivo desta tese é realizar uma análise do histórico de contaminação de manguezais em diferentes regiões do litoral brasileiro, buscando avaliar esse processo de forma integrada com a avaliação da dinâmica de crescimento socioeconômico nas regiões de estudo.

Os principais objetivos específicos foram avaliar: (i) o estado atual de contaminação petrogênica e fecal dos manguezais brasileiros, (ii) as fontes (naturais e/ou antrópicas) e a variação latitudinal e temporal da composição da matéria orgânica sedimentar no último século; (iii) influência do processo de ocupação do território, seja através de sua urbanização, seja através de atividades ligadas ao modelo econômico nacional ou regional e histórico socioeconômico local, para a contaminação dos manguezais. Ao final deste estudo, espera-se confirmar a hipótese de que o padrão de ocupação humana, as atividades agropecuárias e industriais, segundo os modelos de ocupação urbano-industrial adotados, levaram a alterações das condições ambientais ao longo das últimas décadas nos manguezais da costa brasileira. Uma das consequências desse processo poderia ser uma profunda alteração nos padrões naturais de acúmulo de matéria orgânica, com o incremento de compostos contaminantes (hidrocarbonetos e esteróis) para os manguezais em questão. E ainda, o processo de contaminação se amplia conforme a expansão da fronteira do modelo urbano-industrial sobre as últimas áreas prístinas de manguezais.

Por todo o exposto fica evidente a necessidade de aprofundamento no conhecimento da contaminação em sistemas naturais, através de estudos como esse, a fim de contribuir de forma efetiva para a gestão do crescimento socioeconômico do Brasil, com a conservação dos manguezais e por consequência dos recursos oferecidos pelos mesmos sob a forma de bens e serviços ambientais. Dentre eles, cabe ressaltar a pesca e captura de crustáceos e moluscos, as quais são importantes atividades econômicas e de subsistência para muitas famílias brasileiras.

Além disso, ainda neste cenário, por desígnio histórico, a instituição universitária ocupa um lugar estratégico e privilegiado no sentido de rever o passado, realizar o presente e imaginar o futuro na sociedade contemporânea, uma vez que é produtora e difusora do conhecimento técnico e científico. Contudo, este estudo vislumbra ainda refletir quanto ao potencial papel do pesquisador/cientista, como sujeito crítico e ético quanto a responsabilidade da extensão do conhecimento produzido, de forma clara, translúcida e entendível. Segundo alguns autores (SANTOS, 2006, MORIN, 2011), falar de ciência para fora da ciência significa também criar um outro tipo de conhecimento, um conhecimento fora do contexto em que nasceu, um conhecimento que, indubitavelmente, é necessário e que nos tornará aptos a um melhor exercício da cidadania, (neste caso principalmente quanto à conservação dos manguezais), e, desejavelmente, a uma maior sabedoria de vida.

Finalmente, este trabalho foi estruturado da seguinte forma:

- Introdução geral, descrevendo e contextualizando a pesquisa realizada na região de estudo, bem como seus objetivos (gerais e específicos) e a forma que será apresentada;
- Fundamentação teórica (Capítulo 1), onde são apresentados os temas, conceitos e ferramentas que foram abordados para a investigação proposta por este estudo;
- Área de estudo (Capítulo 2), a qual perpassa por uma apresentação geral da zona costeira e manguezais do Brasil, além de descrição das regiões estudadas;
- Materiais e Métodos (Capítulo 3), onde são apresentados os procedimentos de campo e de laboratório para determinação da composição elementar (carbono orgânico e nitrogênio) e molecular da matéria orgânica (marcadores moleculares

lipídicos: hidrocarbonetos e esteróis), da geocronologia dos testemunhos sedimentares, além do levantamento dos dados socioeconômicos;

- Resultados e discussão, os quais serão apresentados na forma de dois capítulos:

(i) AVALIAÇÃO DO ESTADO ATUAL DA CONTAMINAÇÃO POR HIDROCARBONETOS ALIFÁTICOS E POLICÍCLICOS AROMÁTICOS NOS MANGUEZAIS DA COSTA BRASILEIRA (Capítulo 4).

(Em processo de tradução para ser submetido à Marine Pollution Bulletin)

(ii) RECONSTITUIÇÃO DO HISTÓRICO DA CONTAMINAÇÃO NOS MANGUEZAIS DA COSTA BRASILEIRA E DIMENSÕES SOCIOECONÔMICAS DE SEU ENTORNO (Capítulo 5).

(Perspectiva de submissão à Science and total environment)

- Reflexão (Capítulo 6), que busca refletir acerca da importância do conhecimento científico gerado na universidade, inclusive esta tese, alcançar e instrumentalizar a sociedade quanto às ações futuras para a conservação dos manguezais.

(Perspectiva de submissão: em seleção)

- Considerações finais e Referências Bibliográficas. Além disso, o Apêndice (em mídia digital)

## 1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

*“ A condição fundamental das possibilidades de um saber pertinente é o saber dos pressupostos fundamentais de todo saber.”*

Heidegger

### 1.1 Aspectos Gerais da Zona Costeira Brasileira

O Brasil possui a quinta maior área territorial contínua do planeta e a segunda em extensão litorânea na América Latina. Também se destaca como país com a maior biodiversidade (13 % do total global), e detentor de 33 % das florestas tropicais mundiais (MMA, 2011).

A zona costeira brasileira se estende por latitudes intertropical e subtropical, desde os 4°30' Norte até os 33°44' Sul e compreende uma faixa de 8698 km de extensão e largura variável. Esta faixa litorânea contempla um conjunto de ecossistemas contíguos sobre uma área de 32.400 km<sup>2</sup>. Sua faixa terrestre abrange 17 estados da federação, pertencentes a quatro regiões: Região Norte (Amapá e Pará); Região Nordeste (Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia); Região Sudeste (Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo); Região Sul (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul). A zona costeira brasileira engloba aproximadamente 400 municípios, onde vive cerca de 25% da população brasileira, distribuídos do norte equatorial ao sul temperado do país, com uma densidade média de 121 hab. km<sup>-2</sup>, seis vezes superior à média nacional (20 hab. km<sup>-2</sup>) (IBGE, 2010). Inclui ainda a faixa marítima formada pelo mar territorial, com largura de 12 milhas náuticas a partir da linha da costa, e plataforma continental com largura de 8 a 370 quilômetros (MMA, 2010)).

A amplitude latitudinal da faixa litorânea brasileira, com ampla variedade climática, geomorfológica e oceanográfica, é um dos fatores principais a explicar a diversidade de ecossistemas existentes, incluindo manguezais, recifes de corais, dunas, restingas, praias arenosas, costões rochosos, lagoas, estuários e marismas que abrigam inúmeras espécies de flora e fauna (MMA, 2010).

A zona costeira do Brasil é uma unidade territorial, definida em legislação para efeitos de gestão ambiental. É considerada, na Constituição Federal de 1988, art. 225, §4º, patrimônio nacional e sua utilização deve ser feita em condições que assegurem a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais. Essa região é considerada como uma importante área de abrigo, alimentação e reprodução para espécies de fauna marinha e terrestre (LANA *et al.*, 2001).

As pressões da ocupação antrópica, no entanto, constituem grave ameaça à zona costeira. A heterogeneidade da costa do Brasil elenca por um lado, áreas onde coincidem intensa urbanização, atividades portuárias e industriais relevantes e exploração turística em larga escala. Por outro lado, essas áreas são permeadas por regiões de baixa densidade demográfica e com ecossistemas de grande importância ambiental, que podem ou não estar sofrendo um rápido processo de ocupação. Dessa forma, além de sua grande extensão e diversidade de ecossistemas, a zona costeira é caracterizada por um amplo e complexo mosaico de tipologias de ocupação humana, de uso do solo e dos recursos naturais e de exploração econômica, que, por sua vez, dificultam a formulação e a implementação de políticas públicas preventivas e corretivas, o que torna a gestão integrada do litoral brasileiro um grande desafio (IBGE, 2004).

Em termos sociais e espaciais, os ecossistemas costeiros podem ser considerados como aqueles que vêm sofrendo mais intensamente os impactos de modelos recentes de ocupação urbano-industrial resultando em alterações nas relações sociais e nos aspectos morfológicos do ambiente (VIEIRA, 1998). Cabe ressaltar que do ponto de vista econômico, vislumbra-se a zona costeira do Brasil como uma região estratégica, cujas atividades econômicas são responsáveis por cerca de 70 % do produto interno bruto (PIB) nacional (MMA, 2010). Isto se deve ao processo histórico de ocupação do território nacional e a localização dos pólos de desenvolvimento industrial e de serviços associados às principais regiões metropolitanas que são eminentemente costeiras.

O setor portuário brasileiro, em resposta às demandas da economia globalizada e às convenções e normas internacionais, passa por um processo de ampliação, modernização e adequação competitiva, o que afeta a infraestrutura instalada e as áreas do seu entorno, ou seja, os subsistemas territoriais, os

processos de expansão urbana, logística de infraestrutura de transporte, entre outros.

Em termos de desenvolvimento urbano, percebe-se uma relação direta do crescimento urbano desordenado com as atividades portuárias, visto as últimas aceleram a expansão urbana irregular e todos os problemas dela decorrentes, como o lançamento de esgotos e efluentes industriais além da ocupação de áreas públicas e de patrimônio da União, além das faixas marginais dos corpos d'água (PORTO; TEIXEIRA, 2002).

## 1.2 Manguezais

Os manguezais são ecossistemas costeiros que ocorrem ao longo das costas tropicais e subtropicais abrigadas, na transição entre ambientes terrestres e marinhos, ocupando regiões tipicamente inundadas pelas marés, como os estuários, lagoas costeiras, baías e deltas (SCHAEFFER-NOVELLI *et al.*, 2000).

A distribuição geográfica dos manguezais está ligada a fatores como a temperatura. Assim, estão presentes majoritariamente na zona intertropical, entre as latitudes 30°N e 30°S e de acordo com a isoterma de 20°C (Figura 1). Atingem seu maior desenvolvimento próximo à Linha do Equador, onde as árvores chegam a alturas de até 40 m. Há grandes distinções florísticas e faunísticas entre regiões biogeográficas e a maior diversidade de espécies ocorre na Ásia e na Oceania, na região conhecida como Indo-Pacífico (CHAPMAN, 1977; DUKE, 1992; KATHIRESAN, BINGHAM, 2001; FAO 2007).

Figura 1 - Ocorrência de manguezais no mundo.



Fonte: National Geographic Magazine, 2007.

De acordo com FAO (2007), os manguezais ocorrem em 124 países sendo que juntos Indonésia, Austrália, Brasil, Nigéria e México são responsáveis por 47% do total da área mundial. Este ecossistema cobre globalmente, uma área de 137,8 mil km<sup>2</sup>, ocupando cerca de 60 – 75 % da linha de costa nos trópicos dos quais 30% encontram-se na América tropical (SPALDING *et al.*, 1997; KRISTENSEN *et al.*, 2008; GIRI *et al.*, 2010).

Um dos ecossistemas mais produtivos do planeta, os manguezais são considerados ecossistemas-chave por oferecerem uma grande variedade de bens e serviços ambientais. Entre eles, destacam-se: o fornecimento de detritos e matéria orgânica para as regiões costeiras e marinhas adjacentes, constituindo a base da cadeia trófica de diversas espécies de importância econômica e/ou ecológica; área de abrigo, reprodução, desenvolvimento e alimentação de espécies marinhas, estuarinas, dulcícolas e terrestres; manutenção da diversidade biológica da região costeira; proteção da linha de costa; fonte de alimentos e produtos associados à subsistência de comunidades tradicionais vizinhas (ALONGI *et al.*, 1989; SOARES, 1997; DITTMAR & LARA, 2001a; JENNERJAHN & ITTEKKOT, 2002; DITTMAR *et al.*, 2006; KRISTENSEN *et al.*, 2008).

Por possuir essa alta diversidade funcional, o ecossistema manguezal apresenta elevada importância ecológica, econômica e social. Entretanto, nas últimas décadas, a ação antrópica tem levado a perdas significativas de áreas de florestas de mangue e deterioração destes ecossistemas. Alguns estudos têm

reportado que aproximadamente 35% dos manguezais mundiais foram destruídos nos últimos 50 anos (VALIELA *et al.*, 2001; ALONGI, 2002; FELLER *et al.*, 2010), e apontam como principais razões o desenvolvimento urbano, com o desmatamento e aterros, a conversão do uso do solo para agricultura e aquicultura, mineração e sobre-exploração de recursos.

A presença de sedimentos de granulometria fina, com alto potencial de adsorção da MO, além de condições em geral anóxicas junto ao substrato, são fatores preponderantes para uma alta capacidade de estocagem de matéria orgânica nos manguezais (MAYER, 1994). Diversos estudos do registro sedimentar de manguezais têm sido conduzidos recentemente, focando nos processos naturais tais como degradação e preservação da MO (DITTMAR & LARA, 2001B; GONNEEA *et al.*, 2004; MARCHAND *et al.*, 2005; RANJAN *et al.*, 2010; RANJAN *et al.*, 2011). No entanto, as atividades humanas e seus impactos e alterações nas fontes de MO no sedimento de manguezais ainda são pouco reportados em estudos a nível mundial (TAM *et al.*, 2001; MATER *et al.*, 2004; Zhang *et al.* 2004; TIAN *et al.*, 2008b; FONTANA *et al.*, 2010; RAMDINE *et al.*, 2012), especialmente em longas escalas de tempo (KE *et al.*, 2005; FARIAS *et al.*, 2008; CAVALCANTE *et al.*, 2009; DOMÍNGUEZ *et al.* 2010; LEWS *et al.*, 2011; RANJAN *et al.*, 2012; BAO *et al.*, 2013).

### 1.2.1 Manguezais no Brasil

Em escala global, o Brasil possui a segunda maior extensão territorial de manguezais, que ocupa uma área aproximada de 13.400 km<sup>2</sup> e corresponde a 9 % dos manguezais mundiais (MAGRIS; BARRETO, 2010; SPALDING *et al.* 2010). Além disso, é no território brasileiro onde se encontra o maior cinturão contínuo de manguezais do planeta, desde o Maranhão até o Pará, denominada de Costa de Manguezais de Macromaré da Amazônia, perfazendo cerca de 6.500 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 4,3 % de toda a área de florestas de mangue do planeta (SOUZA-FILHO, 2005).

No litoral brasileiro, os manguezais se distribuem desde o Amapá (Rio Oiapoque - 04° 20' N), no extremo norte, até Laguna (28°30'S) no estado de Santa

Catarina, que corresponde ao limite latitudinal meridional de ocorrência deste ecossistema no Atlântico (SOARES *et al.*, 2012). São seis as espécies de mangue que ocorrem ao longo da zona costeira brasileira - *Rhizophora mangle*, *R. harrisonii*, *R. racemosa*, *Avicennia schaueriana*, *A. germinans*, *Laguncularia racemosa* (TOMLINSON, 1986; MACIEL; SOFFIATI-NETTO, 1998; SCHAEFFER-NOVELLI *et al.*, 1990; MENEZES *et al.*, 2008; SOARES *et al.*, 2012).

#### 1.2.1.1 Proteção dos manguezais

O processo de degradação dos manguezais brasileiros remonta da colonização, época da qual se conhece relatos sobre a destruição desses ecossistemas através de desmatamento e aterro para a ocupação humana. Este cenário é historicamente marcado pelos conflitos entre a cidade e os ecossistemas naturais, uma vez que o processo de crescimento urbano demanda a substituição do ambiente natural pelo ambiente construído (AMADOR, 1997).

A preocupação do governo brasileiro com relação à utilização dos recursos costeiros só emergiu de maneira mais efetiva na década de 1970. Atualmente os manguezais são protegidos pela Legislação Brasileira, como Área de Proteção Permanente (APP) pela Lei nº 12.651/12, devido a suas diversas funções ecológicas e importância socioeconômica. No entanto, nem sempre foi assim. As percepções socioambientais da importância dos manguezais variaram notavelmente no país desde os tempos coloniais até os dias de hoje.

As primeiras normas legais para o uso dos manguezais, seja por intenções econômicas ou preservacionistas, remontam ao início do século XVIII. Antes disso, a legislação portuguesa juridicamente, em 1678, declarava os manguezais sob domínio da Coroa portuguesa, dentro do conceito das marinhas, que eram lugares das praias onde se fabricava o sal marinho (RUFINO, 1981).

No entanto, merece menção, a ordem expedida por D. João de Lancastro, em 23 de setembro de 1706, determinando a proibição da retirada da casca do

mangue pelos curtidores de couro, que mais tarde conseguiriam uma Sentença na Relação para continuar com a extração da “casca” (SOFFIATI, 2002). .

O primeiro instrumento legal de “proteção” dos recursos costeiros se deu com o Alvará Del Rey D. José, em 1760, que determinou a proteção das árvores de mangue nas Capitanias do Rio de Janeiro, Pernambuco, Santos, Paraíba, Rio Grande e Ceará, em virtude do corte indiscriminado para a queima, sem a utilização prévia de sua casca (SCHAEFFER-NOVELLI, 1991). Entretanto, o caráter deste alvará não era de proteção, pois na verdade havia só uma motivação econômica.

A legislação ambiental brasileira recente relativa aos manguezais está consubstanciada em dezenas de instrumentos legais, nos níveis federal, estadual e municipal, que vão desde a própria constituição até posicionamentos municipais.

Nas últimas décadas, a qualificação dos manguezais como APP não encontrava, até a edição do novo Código Florestal – Lei nº 12.651/12 – previsão explícita na legislação ambiental federal, uma vez que o ambiente protegido era a restinga, quando ela atuasse como estabilizadora de manguezais e não do manguezal propriamente dito, ao levarmos em consideração a alínea “f” do artigo 2º do antigo Código Florestal – Lei Federal nº 4.771/65 que instituiu:

Art. 2º Consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:  
f) nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues<sup>1</sup>;

Com isso, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) editou sucessivas resoluções que conferiram ao manguezal *status* de especial proteção ambiental. Num contexto de definição de conceitos técnicos do Decreto Federal nº 750/93, as Resoluções CONAMA nº 10/93 e 261/99 veicularam um conceito amplo de manguezal, o qual incluía nele ecossistemas secos, recobertos por gramíneas e as áreas de transição entre a restinga e o manguezal, bem como entre este e a floresta ombrófila densa, para fim de licenciamento de atividades localizadas no Domínio Mata Atlântica.

---

<sup>1</sup> as expressões (mangue e manguezal) eram utilizadas no passado como sinônimos.

Posteriormente, motivado a regulamentar a alínea “f” do artigo 2º do antigo Código Florestal, o CONAMA emitiu a Resolução nº 303/02, onde, pela primeira vez, considerou-se expressamente, no inciso X do seu artigo 3º, o manguezal como APP por ato do Poder Público. Fato devido ao manguezal possuir as funções ecológicas descritas nas alíneas do artigo 3º do antigo Código Florestal<sup>2</sup>.

Atualmente, o conceito consagrado na Resolução CONAMA nº 303/02 foi transcrito ao novo Código Florestal (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012). A partir de agora o manguezal deixa de ser uma APP instituída pelo Poder Público e passa a ser uma APP decorrente diretamente de lei. No entanto, a nova lei poderia ter optado por um conceito amplo de manguezal, tais quais aqueles contemplados nas Resoluções CONAMA nº 10/93 e nº 261/99. De forma inequívoca, as áreas de transição (ou estabilização) do manguezal e as áreas secas (ainda que recobertas por espécies de mangue) não são qualificadas como de preservação permanente.

No território nacional, o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) é o órgão responsável pelo acompanhamento e monitoramento das áreas litorâneas, incluindo a preservação, conservação e manejo do ecossistema manguezal. Cabe destacar ainda, que os manguezais e seus ambientes associados integram as áreas constantes da Convenção das Zonas Úmidas de Importância Internacional - Convenção de Ramsar, da qual o Brasil é signatário desde 1992 por meio do Decreto Legislativo nº 33 e promulgada pelo Decreto nº 1.905 de 16 de maio de 1996, e suas resoluções VIII.11, VIII.32 e VII.21.

---

<sup>2</sup> Art. 3º Consideram-se, ainda, de preservação permanentes, quando assim declaradas por ato do Poder Público, as florestas e demais formas de vegetação natural destinadas:

- a) a atenuar a erosão das terras;
- b) a fixar as dunas;
- c) a formar faixas de proteção ao longo de rodovias e ferrovias;
- d) a auxiliar a defesa do território nacional a critério das autoridades militares;
- e) a proteger sítios de excepcional beleza ou de valor científico ou histórico;
- f) a asilar exemplares da fauna ou flora ameaçados de extinção;
- g) a manter o ambiente necessário à vida das populações silvícolas;
- h) a assegurar condições de bem-estar público.

### 1.2.1.2 Pressões Antrópicas sobre o manguezal

A ocupação da zona costeira brasileira vem ocorrendo desde o início da sua colonização, principalmente por atividades portuárias e assentamentos urbanos. A relação do homem com esta área é permeada por aspectos culturais e socioeconômicos muito relevantes (ARRUDA; DIEGUES, 2001). Devido às suas características morfológicas, o litoral do Brasil é potencialmente susceptível às alterações ambientais, principalmente àquelas relacionadas ao crescente processo de ocupação territorial referente à urbanização (IBGE, 2010).

Apesar da existência de várias leis visando à proteção do manguezal, este ecossistema tem sido afetado por uma variedade de atividades antrópicas. No Brasil, como em outros países do mundo, ao longo das duas últimas décadas, tem havido uma redução substancial na área coberta por florestas de mangue, em função da elevada pressão antrópica nas regiões costeiras (SPALDING *et al.*, 1997). Os manguezais estão entre os ecossistemas costeiros sob permanente ameaça de aterros, drenagens, desenvolvimento urbano desordenado, pesca predatória e sobreexploração de algumas espécies, entre outras formas de agressões a esses ambientes (ALONGI, 2002).

As perdas de áreas de manguezal são maiores em países em desenvolvimento, onde estão localizados mais de 90% dos manguezais do mundo (DUKE *et al.*, 2007). Estima-se que 25 % dos manguezais brasileiros tenham sido destruídos desde o começo do século 20. Além disso, muito dos que ainda existem são classificados como vulneráveis ou ameaçados de extinção. Particularmente nas regiões nordeste e sudeste, estes ecossistemas apresentam um grande nível de fragmentação e, estimativas recentes sugerem que cerca de 40 % do que foi um dia uma extensão contínua de manguezais foram suprimidos (ICMBIO, 2012).

Os manguezais da área costeira do Brasil estão sob ameaças, seja por causa da expansão urbana, atividades de prospecção de petróleo, seja por projetos turísticos inadequados, seja pelo despejo de efluentes industriais e esgotos domésticos (menos de 50 % dos municípios costeiros dispõem de serviços de saneamento básico, principalmente aqueles localizados nas regiões norte e nordeste) (IBGE, 2008). Entre as estratégias utilizadas para evitar a expansão

urbana sobre manguezais há o reforço da proteção legal, como visto anteriormente, entretanto ainda é ineficaz em algumas regiões.

### 1.3 Matéria Orgânica Sedimentar

A matéria orgânica (MO) sedimentar constitui-se de compostos oriundos dos tecidos e detritos de organismos. Os cinco principais elementos químicos constituintes da matéria orgânica são o carbono, o hidrogênio, o nitrogênio, o oxigênio e o enxofre. Esses elementos, em proporções variadas, são utilizados pelos organismos vivos na formação de tecidos estruturais, na reprodução e nos processos de trocas de energia, entre outras funções fisiológicas (BIANCHI et al., 1998). As transformações e transferências de formas orgânicas e inorgânicas dos elementos através de reações químicas, físicas ou biológicas caracterizam os ciclos biogeoquímicos, os quais promovem a interação entre a biota, o meio (água, material particulado ou sedimento) e os processos físico-químicos (sorção, floculação, foto-oxidação, oxi-redução etc.) envolvidos (STUMM; MORGAN, 1981).

O material orgânico presente em sistemas aquáticos pode ser originado a partir de produção autóctone (*in situ*, representada principalmente pela produtividade primária) ou alóctone (fontes externas, naturais, como materiais continentais oriundos das descargas fluviais e escoamento superficial ou da deposição atmosférica). Em ecossistemas costeiros, como os manguezais, a origem da matéria orgânica é muito complexa. As fontes compreendem, além da produção *in situ*, representada majoritariamente pela serapilheira e raízes subsuperficiais das florestas de mangue (FLEMING et al., 1990 ; ALONGI et al., 2005), as fontes externas mencionadas, bem como a contribuição antrópica e o transporte pelas marés de material marinho para esses sistemas (HOBBIE, 2000). Entre as principais fontes antrópicas, podemos citar as descargas de efluentes domésticos e industriais (THOUMELIN et al., 1997), seja pelo simples aporte de matéria orgânica, seja pelo aporte de contaminantes orgânicos ou inorgânicos, sintéticos ou naturais (WEBER, 1992).

Devido à alta produtividade das florestas de mangue, as concentrações de matéria orgânica nos sedimentos dos manguezais costumam ser mais altas do que

nos sedimentos marinhos de áreas adjacentes (RANJAN *et al.*, 2012, KAISER *et al.*, 2016). Aliado a isto, a presença de sedimentos de granulometria fina, com alto potencial de adsorção de compostos orgânicos, além de condições em geral anóxicas junto ao substrato, são fatores preponderantes para a alta capacidade de estocagem de matéria orgânica nos manguezais (MAYER, 1994).

Um levantamento de dados realizado por KRISTENSEN *et al.* (2008) indica um conteúdo médio de 2,2 % de carbono orgânico nos sedimentos de manguezais, sendo que 44 % das amostras de sedimento apresentou teores abaixo de 2 %, enquanto 28 % se encontrava entre 2 e 5 %.

Parte da matéria orgânica presente no sedimento do manguezal, que não é exportada pela ação das marés, está submetida a reações que alteram sua composição e quantidade total depositada. Essas reações são essencialmente de natureza biológica, realizadas principalmente pelas bactérias, fungos e animais bênticos, embora aspectos físicos e químicos também devam ser considerados (HENRICHS, 1992). Ao conjunto dessas reações dá-se o nome de diagênese recente da matéria orgânica (BERNER, 1980).

Os processos diagenéticos são amplos nos ambientes aquáticos. Estima-se que menos de 0,5% da produção primária dos sistemas marinhos sejam preservados nos sedimentos, essencialmente naqueles situados na zona costeira e plataforma continental (HEDGES; KEIL, 1995b; WAKEHAM *et al.*, 1997). Durante a diagênese, os compostos de origem biogênica (biopolímeros) são convertidos, através da ação microbiana e de reações físico-químicas, em compostos estruturalmente mais complexos, chamados geopolímeros. A diagênese é mais efetiva ao longo da coluna d'água e nas primeiras camadas do sedimento (COLOMBO *et al.*, 1996).

Portanto, desta forma, as alterações diagenéticas causam transformações significativas na composição quali-quantitativa da matéria orgânica. Mesmo com essa dificuldade adicional, a abordagem descrita a seguir, especialmente a aplicação de determinados marcadores moleculares, permite traçar o histórico de evolução da matéria orgânica, tanto pelo aspecto de mudanças na fonte como pelo registro das transformações diagenéticas sofridas no ambiente (HEDGES; PRAHL, 1993; MACKO *et al.*, 1993; MEYERS; ISHIWATARI, 1993; MEYERS, 1994).

## 1.4 Indicadores Geoquímicos das Fontes de Matéria Orgânica

O estudo da matéria orgânica sedimentar pode ser feito com o uso de diversas ferramentas e em diferentes níveis de investigação (elementar e molecular). Podem ser utilizadas a análise das composições elementares, isotópicas e moleculares da matéria orgânica; e a combinação de destas, para uma melhor determinação da origem, transformação e destino final da matéria orgânica (SALIOT *et al.*, 1991). Neste estudo, algumas dessas ferramentas serão utilizadas para caracterizar quali-quantitativamente as fontes naturais e antrópicas de matéria orgânica em 8 manguezais da costa brasileira, a fim de avaliar alterações ambientais bem como os seus históricos de contaminação .

### 1.4.1 Composição Elementar

Como dito anteriormente, as fontes de matéria orgânica para ambientes aquáticos podem ser autóctones e alóctones. Segundo (MEYERS, 1994), uma das maneiras de identificar a origem da matéria orgânica é através da razão molar entre carbono e nitrogênio (C/N). Valores entre 4 e 10 são relacionados à matéria orgânica essencialmente derivada de plâncton, enquanto que valores superiores a 20 são característicos de matéria orgânica de origem terrestre, a qual é produzida principalmente por plantas superiores, no caso deste estudo, pode ser representada pelas florestas de mangue.

A distinção entre essas fontes se deve à composição estrutural dos produtores primários, que corresponde à ausência de lignina e celulose (compostos estruturais ricos em carbono) em algas e na sua abundância em plantas vasculares. Também o conteúdo protéico (alto teor de nitrogênio) é maior nas algas (MEYERS, 1997; BIANCHI *et al.*, 2002). A presença da celulose é uma adaptação dos vegetais superiores, como as espécies de mangue, à vida no ambiente terrestre, com a incorporação de lignina e outros compostos estruturais e de proteção, pobres em nitrogênio. Já a matéria orgânica sintetizada por bactérias aquáticas possui razões C/N tipicamente inferiores a 6 (GOLDMAN *et al.*, 1987). Valores típicos de C/N são detalhados na Tabela 1.

Tabela 1: Razões C/N aproximadas de algumas fontes naturais terrestres e marinhas de matéria orgânica.

<b>Fontes</b>	<b>C/N</b>
<b>Terrestres</b>	
Folhas	100
Tronco	1000
<b>Plantas vasculares marinhas</b>	
<i>Zostera marina</i>	17 - 70
<i>Spartina alterniflora</i>	24 - 45
<i>S. patens</i>	37 - 41
<b>Macroalgas marinhas</b>	
Pirrófitas	30(16 - 68)
Clorófitas	10 - 60
Rodófitas	20
<b>Microalgas e bactérias</b>	
Diatomáceas	6,5
Clorófitas	6
Cianofíceas	6,3
Bactérias	5,7
Fungi	10

Fonte: Modificado de BIANCHI *et al.*, 2002

A avaliação da razão molar C/N em sedimentos deve ser realizada com cuidado, uma vez que as reações diagenéticas podem alterar seus valores. ANDREWS *et al.* (1998) relataram aumento desta razão associado à remoção preferencial do N durante o processo de degradação da MO. Já a influência da granulometria para esta razão foi mencionada por MEYERS (1997), na medida que sedimentos mais grosseiros podem superestimar os valores da razão C/N, devido à presença de detritos de plantas intactos, enquanto que os sedimentos finos ao adsorverem maior quantidade de amônia, podem diminuir estes valores.

Dessa forma, a avaliação isolada de uma única ferramenta de análise da matéria orgânica não é conclusiva em termos de indicação de sua origem, sendo, portanto, recomendada uma avaliação conjunta de um maior número possível de *proxies*, uma vez que a composição da matéria orgânica pode ser alterada durante seu transporte e durante a diagênese recente. Assim, além da composição elementar, serão avaliados marcadores moleculares, a fim de gerar informações mais consistentes em relação à origem da matéria orgânica em ambientes costeiros, como os manguezais (STEIN, 1991).

#### 1.4.2 Marcadores Moleculares

Os organismos são capazes de produzir compostos orgânicos específicos, sejam eles de ambientes marinho, estuarino, terrestre ou dulcícola (SALIOT, 1994). As moléculas sintetizadas por esses organismos serão influenciadas pelos fatores fisiológicos (absorção de nutrientes, crescimento e senescência) e ambientais (temperatura, competição e estresse físico). Dessa forma, é possível estabelecer uma “assinatura molecular” que poderá ser associada a uma origem específica ou a um determinado processo evolutivo da matéria orgânica (físico, químico, ou biológico), o que conceitua um marcador molecular (KILLOPS; KILLOPS, 1993; TAKADA; EGANHOUSE, 1998).

Portanto, marcador geoquímico, biomarcador ou marcador molecular é um composto (ou classe de compostos) cuja estrutura, ou o seu nível de transformação diagenética, possui especificidade em relação a sua fonte e certa estabilidade química que permite a manutenção de sua assinatura no ambiente (EGLINTON; MURPHY, 1969; SIMONEIT, 1984; TAKADA; EGANHOUSE, 1998). Embora alguns compostos quando analisados individualmente não sejam capazes de fornecer informações precisas, por apresentarem ambigüidade com relação a sua origem, a avaliação conjunta de diversos marcadores moleculares permite conclusões mais robustas quanto à origem da matéria orgânica (SALIOT, 1994; MEYERS, 1997; BIANCHI; CANUEL, 2011 ).

Os marcadores moleculares possuem diversos tipos de aplicação na área da geoquímica ambiental, tais como em estudos referentes ao petróleo, à arqueologia, à paleoclimatologia e, principalmente, à caracterização da matéria orgânica quanto sua origem, transporte e destino final em zonas costeiras e oceânicas (NISHIMURA, 1982; SALIOT *et al.*, 1991; LAUREILLARD; SALIOT, 1993; BOULOUBASSI *et al.*, 1997; WAKEHAM *et al.*, 1997; MURI; WAKEHAM, 2006; WAKEHAM; CANUEL, 2006; YOSHINAGA *et al.*, 2008; DOMINGUEZ *et al.*, 2010; LEWIS *et al.*, 2011; RANJAN *et al.*, 2012; RAMDINE *et al.*, 2012; VAEZZADEH *et al.*, 2015). Outra aplicação importante desses marcadores é como traçadores da poluição orgânica doméstica (origem antrópica) em sistemas aquáticos (GRIMALT *et al.*, 1990; LEBLANC *et al.*, 1992; TAKADA; EGANHOUSE, 1998; MALDONADO *et al.*, 2000; CARREIRA *et al.*, 2001; SEGUÉL *et al.*, 2001; PENG *et al.*, 2002; CARREIRA *et al.*,

2004; LI *et al.*, 2007; ARAUJO *et al.*, 2011; CARREIRA *et al.*, 2010; CARREIRA *et al.*, 2011; RICHARD *et al.*, 2014).

A especificidade e a estabilidade química do composto são critérios fundamentais para a seleção desses traçadores orgânicos. Dessa forma, os principais marcadores moleculares são os carboidratos, proteínas, compostos fenólicos (principalmente ligninas) e lipídios (SALIOT, 1994).

Os lipídios, por definição (operacional), são substâncias orgânicas hidrofóbicas e que podem ser extraídas da matriz sólida ou líquida por solventes orgânicos de baixa polaridade. Esses compostos correspondem aos hidrocarbonetos, ácidos graxos, aos esteróis livres, às ceras (ésteres de ácidos e alcoóis graxos) e aos ésteres de glicerol, os quais, juntamente com os carboidratos, são as principais formas de estocagem de energia química nos organismos; também são representados pelos fosfolipídios, pigmentos e lipoproteínas, os quais são caracterizados como os principais constituintes de membranas celulares e por desempenharem funções de recepção, transmissão e modificação das propriedades celulares (SALIOT, 1994).

Apesar de esses compostos representarem apenas uma pequena fração da matéria orgânica total (SALIOT *et al.*, 2002), cerca de 10 a 15 % de carbono orgânico em águas superficiais (DACHS *et al.*, 1999), os marcadores lipídicos representam um meio efetivo para traçar as fontes de matéria orgânica, pois possuem boa especificidade em relação à sua fonte e resistência à degradação bacteriana em comparação a outros compostos orgânicos (SALIOT *et al.*, 1991; LAUREILLARD; SALIOT, 1993; MEYERS, 1997).

A aplicação dos lipídios como traçadores moleculares em associação a outras ferramentas como composição elementar tem sido amplamente abordada em estudos sobre origem e transformação da matéria orgânica em manguezais (MATER *et al.*, 2004; GRILO *et al.*, 2013; WU *et al.*, 2014; RANJAN *et al.*, 2012; VAEZZADEH *et al.*, 2015). No presente estudo, entre os lipídios marcadores, foram utilizados os hidrocarbonetos e os esteróis a fim de avaliar o histórico das fontes naturais e antrópicas da matéria orgânica para os sedimentos de manguezais da costa do Brasil, a fim de associar com indicadores socioeconômicos do entorno.

#### 1.4.2.1 Hidrocarbonetos

Os hidrocarbonetos são compostos constituídos de átomos de carbono e hidrogênio, que podem ter diferentes arranjos estruturais, o que resulta em diferentes classes. Essas classes irão se comportar de maneira distinta no ambiente, seja em termos de tempo de residência, estabilidade ou forma de transporte; fatores que, em conjunto, ditam a distribuição dos compostos no ambiente (HOSTETTLER *et al.*, 1999).

Os hidrocarbonetos estão presentes naturalmente no meio marinho por fazerem parte da matéria orgânica animal e vegetal, além de serem os principais compostos presentes nos combustíveis fósseis (petróleo, gás, carvão). Possuem uma solubilidade limitada na água, já que são apolares, o que gera uma tendência a se associarem às partículas em suspensão, aos tecidos dos organismos e aos sedimentos, sendo depositados junto ao material particulado nos sedimentos de fundo (JAFFÉ, 1991).

Os hidrocarbonetos, como são uma das principais classes de compostos orgânicos, estão presentes em abundância na matéria orgânica em zonas costeiras. Ocorrem como misturas complexas em amostras ambientais devido à grande variedade de fontes que, em conjunto com suas propriedades físico-químicas, controlam sua presença, transporte e destino no ambiente marinho, cujas principais vias de entrada são as aquáticas ou atmosféricas (GOGOU *et al.*, 2000).

A seguir serão apresentadas características específicas dos hidrocarbonetos alifáticos (HAs) e dos hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs), os quais representam as principais classes de hidrocarbonetos. A análise das contribuições dos diferentes compostos dessas duas classes permite identificar os tipos de fontes (naturais e antrópicas) e traçar se o processo de contaminação dos sedimentos ocorre através de vias petrogênicas e pirolíticas.

#### 1.4.2.1.1 Hidrocarbonetos Alifáticos

Os HAs são compostos de cadeias abertas ou cíclicas não aromáticas, saturadas ou insaturadas e compreendem os n-alcanos, alcanos ramificados, isoprenóides e os compostos cíclicos (BIANCHI; CANUEL, 2001; TOLOSA, *et al.*, 2004). Os HAs insaturados se encontram em baixas concentrações no meio ambiente e por vezes são ausentes devido à pequena estabilidade destes compostos (COLOMBO *et al.*, 1989).

A investigação geoquímica através da determinação dos HAs individuais permite determinar tanto as frações da matéria orgânica derivadas de fontes biológicas marinhas e terrestres, como plantas vasculares, animais, bactérias e algas (SALIOT, 1981; GOGOU *et al.*, 2000; JENG, *et al.*, 2003; TOLOSA *et al.*, 2004), quanto àquelas relacionadas ao petróleo, que por muitas vezes são a principal fonte antrópica de HAs para os sistemas costeiros (BOULOUBASSI; SALIOT, 1993).

Devido à especificidade de associação com suas fontes, os HAs constituem uma importante classe de indicadores geoquímicos, capaz de fornecer informações valiosas acerca do aporte biogênico e antrópico de matéria orgânica nos sedimentos costeiros.

Em geral, na avaliação dos dados dos HAs, utilizam-se razões diagnósticas, além da composição da assembleia de compostos presentes, tal como a série homóloga dos n-alcanos e a presença da mistura complexa não resolvida (MCNR) (PALLETO *et al.*, 2008), descritos em resumo na Tabela 2.

Tabela 2 - Razões diagnósticas utilizadas na interpretação dos resultados de hidrocarbonetos alifáticos em amostras ambientais.

Razões	Descrições	Indicação	Fontes
<b>n-Alc</b>	Predomínio	C <sub>15</sub> , C <sub>17</sub> , C <sub>19</sub> : origem algal C <sub>27</sub> , C <sub>29</sub> , C <sub>31</sub> : plantas vasculares terrestres	(CRANWELL, 1982; EGLINTON <i>et al.</i> , 1962; EGLINTON; HAMILTON, 1967)
<b>IPC (n-C<sub>12</sub>-n-C<sub>24</sub>)</b>	$\frac{1}{2}(\sum \text{ímpares } C_{13}-C_{23}) / (\sum \text{pares } C_{12}-C_{22}) + (\sum \text{ímpares } C_{13}-C_{23}) / (\sum \text{pares } C_{14}-C_{24})$	(entre 4 e 7: origem natural planctônica ± 1: origem petrogênica	(CLARK; BLUMER, 1967)
<b>IPC (n-C<sub>24</sub>-n-C<sub>38</sub>)</b>	$\frac{1}{2}(\sum \text{ímpares } C_{25}-C_{37}) / (\sum \text{pares } C_{24}-C_{36}) + (\sum \text{ímpares } C_{25}-C_{37}) / (\sum \text{pares } C_{26}-C_{38})$	entre 4 e 7: origem natural (vegetais superiores) ± 1: origem petrogênica	(CLARK; BLUMER, 1967)
<b>LMW /HMW</b>	$\frac{\sum \text{n-alcanos entre nC}_{13} \text{ e -nC}_{22}}{\sum \text{n-alcanos entre nC}_{23}-\text{nC}_{33}}$	< 1 : fontes biogênicas ± 1: origem petrogênica	(WANG <i>et al.</i> , 2006)
<b>MCNR/ΣRes</b>	Concentração da mistura complexa não resolvida dividida pela soma de todos os HAs resolvidos	> 4: predomínio de material petrogênico	(SIMONEIT; MAZUREK, 1982; SIMONEIT, 1984)
<b>ΣRes/MCNR</b>	Soma das concentrações de todos os HAs resolvidos dividida pela mistura complexa não resolvida.	< 0,1: muito degradado; > 0,1: pouco degradado	(COMMENDATORE <i>et al.</i> , 2000)

Legenda: HAs- Hidrocarbonetos Alifáticos; IPC- Índice Preferencial de Carbono; LMW / HMW- *Low Molecular Weight / High Molecular Weight*; MCNR- Mistura complexa não resolvida e; ΣRes- somatório de hidrocarbonetos alifáticos resolvidos.

Os n-alcanos são hidrocarbonetos de cadeia linear, saturados, também conhecidos como parafinas, cujas principais fontes biogênicas são as plantas terrestres, fitoplâncton, zooplâncton e bactérias (KILLOPS; KILLOPS, 1993).

n-Alcanos de origem natural terrestre, sintetizados por plantas vasculares terrestres e aquáticas, são caracterizados por uma predominância de compostos de longas cadeias com números ímpares de átomos do carbono, principalmente representados pelos compostos n-C<sub>27</sub>, n-C<sub>29</sub> e n-C<sub>31</sub> (EGLINTON *et al.*, 1962; EGLINTON; HAMILTON, 1967; BIANCHI; CANUEL, 2011). Por outro lado, os n-alcanos de cadeias curtas e ímpares (n-C<sub>15</sub> a n-C<sub>21</sub>) são sintetizados prioritariamente pela biota marinha, portanto a sua presença em abundância está associada a fontes algais, tanto planctônicas como bentônicas. Porém, diversos organismos marinhos, como zooplâncton e bactérias, podem sintetizar n-alcanos de cadeias mais longas, sem preferência por números par ou ímpar de átomos de carbono (BLUMER *et al.*, 1971; VOLKMAN *et al.*, 1980).

Ainda é possível verificar a contribuição das bactérias marinhas para a matéria orgânica sedimentar que, no geral, sintetizam n-alcanos com cadeia entre 13 e 31 átomos de carbono, sendo a faixa principal entre 17 e 20, não existindo um predomínio entre cadeias pares ou ímpares (CRANWELL, 1982; JAFFÉ *et al.*, 2001).

Com relação à contribuição dos manguezais como fonte de matéria orgânica para sedimentos, em particular dos n-alcanos, sabe-se que as folhas de mangue tem predominância de n-alcanos ímpares n-C<sub>25</sub>, n-C<sub>27</sub>, n-C<sub>29</sub>, n-C<sub>31</sub> e n-C<sub>33</sub> (EGLINTON *et al.*, 1962; NISHIGIMA *et al.*, 2001).

A diferenciação dos hidrocarbonetos do petróleo daqueles de fontes biogênicas pode ser acessada pela presença de uma assembleia mais complexa de hidrocarbonetos, com diversos compostos com cadeia longa e também com ausência de dominância entre n-alcanos de cadeias ímpares ou pares no petróleo (KENNISH, 1992; SIMONEIT, 1993).

O Índice Preferencial de Carbono (IPC) consiste na razão entre compostos de n-alcanos de cadeia ímpar e de cadeia par e aponta a contribuição relativa de vegetais superiores e de fitoplâncton, bem como de fontes petrogênicas para o ambiente. O IPC pode ser calculado através da Equação 1, abaixo (CLARK; BLUMER, 1967).

$$IPC_{a \rightarrow b} = \frac{1}{2} \left( \left( \frac{\sum_{a+1}^{b-1} \text{ímpares}}{\sum_a^{b-2} \text{pares}} \right) + \left( \frac{\sum_{a+1}^{b-1} \text{ímpares}}{\sum_{a+2}^b \text{pares}} \right) \right) \quad (1)$$

Onde: a e b são n-alcanos de cadeia carbônica par.

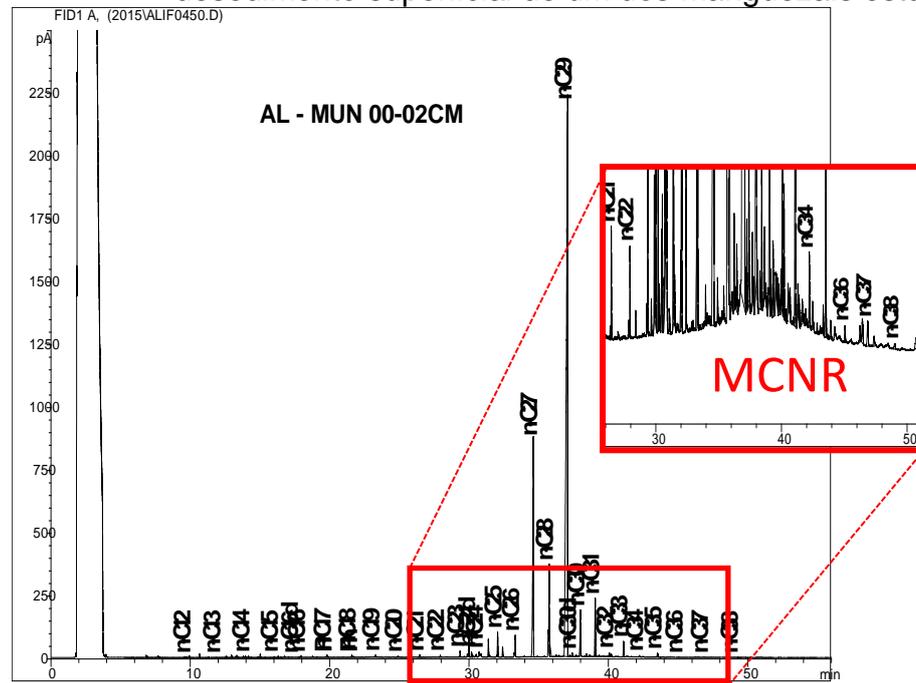
Vale ressaltar que o IPC pode ser calculado separadamente para faixas de diferentes massas moleculares. Valores de IPC próximos a 1 indicam a presença de hidrocarbonetos do petróleo e valores entre 4 e 7 apontam a predominância de hidrocarbonetos biogênicos, oriundos de fontes terrestres ou marinhas (CLARK; BLUMER, 1967; KILLOPS; KILLOPS, 2005).

A razão entre hidrocarbonetos de baixo peso molecular (LMW- Low Molecular Weight) e de alto peso molecular (HMW-Hight Molecular Weight) também tem sido utilizada para diferenciar fontes antropogênicas das biogênicas. Valores desta razão menores que 1 geralmente representam predominância de n-alcanos produzidos por fontes biogênicas (plantas superiores, animais marinhos e bactérias fossilizadas). Por outro lado, razões próximas a 1 sugerem predomínio de n-alcanos originários principalmente de petróleo ou plâncton, enquanto valores maiores que 2 são indicativos da presença de óleo recente em sedimentos ( WANG *et al.*, 2006).

A Mistura Complexa Não Resolvida (MCNR) é uma feição importante da fração dos hidrocarbonetos alifáticos e representa uma mistura de isômeros e homólogos de hidrocarbonetos ramificados e cíclicos que não são separados por cromatografia com colunas capilares (GOUGH; ROWLAND, 1990; BOULOUBASSI; SALIOT, 1993; WAKEHAM, 1996).

A MCNR (Figura 2), caracterizada pela elevação na linha de base do cromatograma, pode ser unimodal ou bimodal. De uma forma geral, o primeiro tipo localiza-se entre n-C<sub>18</sub> e n-C<sub>35</sub> e está relacionado à presença de resíduos de óleo bruto degradado por microorganismos (FARRINGTON; TRIPP, 1977; BOULOUBASSI, 1990). Enquanto que, no tipo bimodal ocorre uma segunda ondulação da linha de base do cromatograma entre n-C<sub>16</sub> e n-C<sub>22</sub> que pode ser atribuída à degradação bacteriana da matéria orgânica (VENKATESAN; KAPLAN, 1982; MAZUREK; SIMONEIT, 1984; VOLKMAN *et al.*, 1992).

Figura 2 - Cromatograma com a distribuição de n-alcenos ( $n\text{-C}_{12}$  a  $n\text{-C}_{38}$ ), isoprenóides e em detalhe a MCNR unimodal de uma amostra desedimento superficial de um dos manguezais estudados.



Fonte: A autora, 2016.

A relação da MCNR com os picos resolvidos ( $MCNR/\sum Res$ ) é utilizada por alguns autores para avaliar a origem de contaminação. Os picos resolvidos são todos os compostos que se encontram na fração alifática e conseguem ser resolvidos pela coluna capilar, incluindo os n-alcenos. Valores de  $MCNR/\sum Res$  maiores que 4 são indicativos de resíduos de petróleo degradado (SIMONEIT; MAZUREK, 1982; SIMONEIT, 1984).

#### 1.4.2.1.2 Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

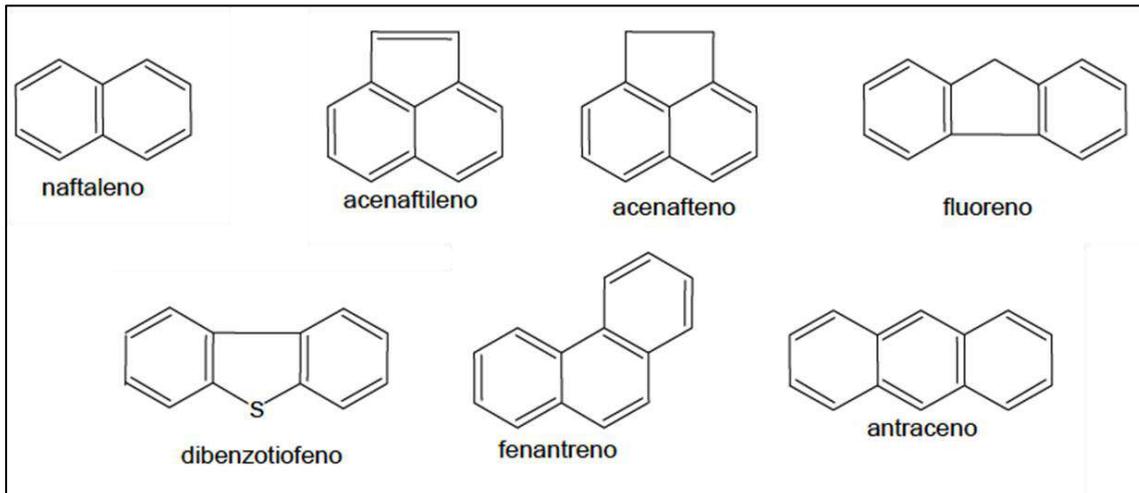
Os HPAs são compostos que apresentam em sua estrutura química pelo menos dois ou mais anéis aromáticos condensados, sendo o naftaleno o composto mais simples deste grupo (Figura 3). Alguns ainda podem apresentar grupos alquilados ligados a um ou mais carbonos pertencentes aos anéis aromáticos denominados de homólogos alquilados. Os HPAs são compostos hidrofóbicos e possuem uma baixa tendência de sofrerem degradação microbiana, o que aumenta sua persistência no ambiente e permite seu uso como marcadores moleculares (WHO, 1998; NRC, 2003).

Entre as fontes naturais de HPAs, destaca-se a síntese por algumas bactérias, plantas e fungos. Estas fontes naturais representam os aportes biogênicos e diagenéticos. No entanto, a origem dos HPAs é primariamente associada às fontes antrópicas, principalmente de combustíveis fósseis e seus derivados. Os processos de combustão parcial e pirólise (contribuições pirolíticas), derrames acidentais de petróleo e o descarte de efluentes domésticos e industriais (contribuições pirolíticas e petrogênicas) correspondem às principais fontes antropogênicas destes compostos para o ambiente. Cabe destacar ainda, entre as fontes naturais, aquelas provenientes da combustão espontânea de biomassa vegetal e, erosão de rochas sedimentares, emissões vulcânicas e as emanações naturais de petróleo do fundo do oceano para os ambientes costeiros (LAKE *et al.*, 1979; LAW; BISCAYA, 1994; NEFF, 2002).

Os HPAs podem ser divididos em dois grupos, de acordo com sua origem principal e propriedades físicas e químicas:

- *HPAs de menor massa molecular*: considerados os compostos com 2 e 3 anéis aromáticos em sua estrutura, com abundante número de homólogos alquilados e compostos contendo heteroátomos (Figura 3). São determinados em estudos ambientais devido à sua significativa toxicidade aguda aos organismos aquáticos. Estes HPAs, devido a sua baixa temperatura de formação, são encontrados no petróleo e derivados em maiores quantidades do que os compostos com mais de 3 anéis, e, portanto, são associados à origem petrogênica (UNEP, 1991; PAGE *et al.*, 1999; YUNKER *et al.*, 2002).

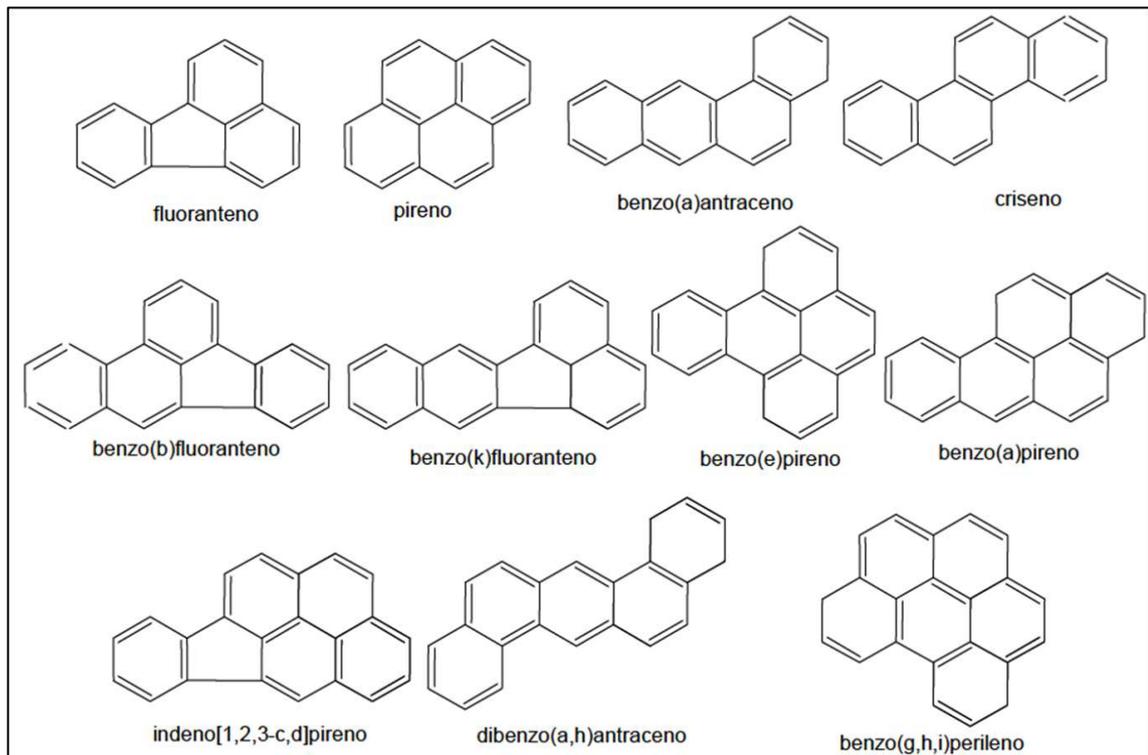
Figura 3 - Estruturas químicas de alguns HPAs de menor peso molecular considerados neste estudo.



Fonte: A autora, 2015.

- *HPAs de maior massa molecular*: estes compostos são constituídos por quatro ou mais anéis aromáticos fundidos e em geral apresentam um baixo grau de alquilação, uma vez que sua formação se dá prioritariamente em processos de combustão a altas temperaturas. São menos tóxicos, mas apresentam alto potencial carcinogênico para um grande número de organismos marinhos (NEFF, 1979; NRC, 2003). Estes HPAs estão relacionados com a queima incompleta, seja de combustíveis fósseis, seja de biomassa vegetal. Entre os HPAs pirolíticos mais abundantes destacam-se: fluorantreno, pireno, benzo(a)antraceno, criseno, benzofluorantenos e benzopirenos (Figura 4) (BOULOUBASSI;SALIOT, 1993).

Figura 4 - Estruturas químicas de alguns HPAs de maior massa molecular considerados neste estudo.



Fonte: A autora, 2015.

Em estudos da avaliação da contaminação por HPAs em sedimentos de manguezal, além da origem dos compostos tem sido considerado o efeito que esta contaminação pode causar à biota local. Muitos esforços tem se direcionado para a distribuição e quantificação dos 16 HPAs, ditos prioritários pela *United States Environmental Protection Agency* (USEPA) em função de suas características tóxicas, mutagênicas e carcinogênicas citadas anteriormente. Os 16 HPAs proritários são: naftaleno (N), acenaftileno (Aceft), acenafteno (Ace), fluoreno (Flu), fenantreno (Fen), antraceno (Ant), fluoranteno (Ft), pireno (Pi), benzo(a)antraceno (BaA), criseno (Cri), benzo(b)fluoranteno (BbFt), benzo(k)fluoranteno (BkFt), benzo(a)pireno (BaPi), indeno(1,2,3-c,d)pireno (I-Pi), dibenzo(a,h)antraceno (DbahA), benzo(ghi)perileno (BghiPe). A partir destas características toxicológicas foram criados limites de toxicidade para diversos HPAs e estes vêm sendo utilizados na avaliação dos possíveis danos à biota (PAGE *et al.*, 1998; KIM *et al.*, 1999; TAM *et al.*, 2001).

Tratando-se de um estudo na matriz sedimentar, cabe destacar a susceptibilidade dos HPAs à diagênese, que está relacionada ao número de anéis

benzênicos em sua estrutura. Quanto menor o número de anéis, mais rápida a degradação. O mesmo ocorre para o grau de alquilação, sendo este também inversamente proporcional à taxa de degradação. Portanto, HPAs de baixo peso molecular, como o naftaleno e o fenantreno, são degradados mais rapidamente, enquanto que os mais pesados, como benzo(a)antraceno, criseno ou benzo(a)pireno, são mais resistentes (HERBES; SCHWALL, 1978; PAGE *et al.*, 1999).

Alguns índices diagnósticos entre HPAs têm sido sugeridos na literatura e aplicados em estudos de ecossistemas costeiros, visto a complexidade na diferenciação de fontes destes compostos. Esta dificuldade na interpretação dos resultados dos HPAs de amostras ambientais deriva da: (i) diversidade de fontes; (ii) processos de transformação dos HPAs no sedimento. Os índices diagnósticos consideram o grau de alquilação dos compostos, bem como razões que envolvam compostos não-alquilados de mesma massa molecular e distinta estabilidade termodinâmica (BAUMARD *et al.*, 1998; YUNKER *et al.*, 2002). A Tabela 3 reúne alguns destes índices e seus valores diagnósticos.

Tabela 3 - Índices diagnósticos dos HPAs e faixas de valores indicativas da fonte dos HPAs

Razões Diagnósticas	Petróleo	Combustão	Combustão de petróleo	Combustão de biomassa	Mistura de Fontes
Flu / Flu+Pi	< 0,4		0,4 – 0,5	> 0,5	
Flu+Pi / (Flu+Pi+C1Pi)	< 0,5	> 0,5			
Fen+Ant / (Fen+Ant+C1Fen)		> 0,5			< 0,5
Ant / Ant+Fen	< 0,1	> 0,1			
BaA / BaA+Cri	< 0,2	> 0,35			0,2 – 0,35
I-Pi/ I-Pi+BghiPe	< 0,2		0,2 – 0,5	> 0,5	
$\Sigma$ 3-6anéis / $\Sigma$ séries alquil	< 0,05		> 0,8		0,05 – 0,8

Legenda: Flu: Fluoreno; Pi: Pireno; C1Pi: C1 Pireno; Fen: Fenantreno; Ant: Antraceno; C1Fen: C1 Fenantreno; BaA: Benzo(a)antraceno; Cri: Criseno; I-Pi: Indeno(1,2,3-cd)pireno; BghiPe: Benzo(g,h,i)perileno;  $\Sigma$  3-6anéis: somatório dos compostos Acenaftileno, Acenafteno, Antraceno, Fluoranteno, Benzo(a)antraceno, Benzo(b)fluoranteno, Benzo(k)fluoranteno, Benzo(a)pireno, Indeno(1,2,3-cd)pireno, Dibenzo(a,h)antraceno, Benzo(g,h,i)perileno;  $\Sigma$  séries alquil: somatório das 5 séries de HPA alquilados (naftaleno, fenantreno, fluoreno, criseno, dibenzotiofeno e seus homólogos alquilados).

Fonte: YUNKER *et al.*, 2002.

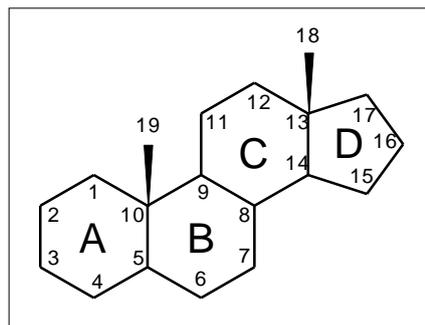
A conjugação de registros históricos da distribuição de hidrocarbonetos com a aplicação das razões diagnósticas revelam a relação entre as concentrações destes compostos nas camadas sedimentares e o desenvolvimento industrial e urbano. Este desenvolvimento resulta em um maior uso de combustíveis fósseis e introdução de hidrocarbonetos em ecossistemas costeiros (WAKEHAM, 1996).

O perileno é, ao menos em parte, HPA associado a uma origem natural, biogênica e diagenética, em estudos de fontes da matéria orgânica. Foi historicamente considerado como oriundo de fonte pirogênica (SIMONEIT *et al.*, 1993), mas também é reportado como associado à origem biogênica relacionada a precursores, tanto marinhos como terrestres, e ainda autigênica, neste último caso formado sob condições redutoras (VENKATESAN; KAPLAN, 1982; SIMONEIT, 1986; JIANG *et al.*, 2000; SIMONEIT, 2002).

### 1.4.2.2 Esteróis

Os esteróis são alcoóis derivados de um grupo de lipídios conhecidos por esteroides. Os esteroides são compostos triterpênicos derivados do hidrocarboneto perhidro-1,2-ciclopentafenantreno (Figura 5). Os esteróis são compostos lipídicos hidrofóbicos, constituintes essenciais das membranas celulares de organismos eucariontes, associados aos fosfolipídios, e possuem a função de controlar a rigidez e a permeabilidade das membranas e os hormônios de crescimento e reprodução. Os organismos procariontes, como as bactérias, não biossintetizam esses componentes, salvo algumas exceções (SALIOT, 1994; GOGOU; STEPHANOU, 2004).

Figura 5: Estrutura do perhidro-1,2-ciclopentafenantreno.



Fonte: A autora, 2017.

Os esteróis apresentam estruturalmente uma função álcool na posição 3 ( $C_3$ ) e uma cadeia lateral com 7 a 10 átomos de carbono na posição 17 ( $C_{17}$ ). Os esteróis insaturados com dupla ligação em  $C_5$  ( $\Delta^5$ ) ou  $C_7$  ( $\Delta^7$ ) são chamados estenóis (ex. colesterol). Já os esteróis saturados são chamados estanóis e são produtos da redução de estenóis, principalmente em  $C_5$ . A substituição pode ser na posição  $\alpha$ , formando o  $5\alpha$ -colestano- $3\beta$ -ol (colestanol) ou na posição  $\beta$ , formando o  $5\beta$ -colestano- $3\beta$ -ol (coprostanol) (SALIOT, 1994). Tais compostos são identificados a partir da notação abreviada  $C_x\Delta^y$ , onde x é o número total de átomos de carbono da cadeia e y é a posição da dupla ligação. Os esteróis existentes em ambientes estuarinos, apesar da ampla ocorrência nos organismos, contêm principalmente de 27 a 29 átomos de carbono ( $C_{27}$  a  $C_{29}$ ), embora possam ser encontrados numa faixa entre  $C_{26}$  e  $C_{31}$  (SHAW; JOHNS, 1986). As fontes marinhas (plâncton) produzem

compostos com C<sub>27</sub> e C<sub>28</sub>, sendo que no fitoplâncton há predomínio de compostos com C<sub>28</sub> e no zooplâncton compostos com C<sub>27</sub>, e as plantas superiores com C<sub>29</sub> (KILLOPS; KILLOPS, 1993; VOLKMAN *et al.*, 1994). No entanto, o aumento do conhecimento com relação aos esteróis em uma variedade de classes de algas (das quais muitas sintetizam esteróis C<sub>29</sub> (VOLKMAN *et al.*, 1998) e bactérias, fez com que essa avaliação das fontes pelo número de carbono na cadeia do esterol seja considerada muito simplista.

Na Tabela 4 e na figura 6 são apresentados alguns esteróis considerados em estudos sobre origem da matéria orgânica em ecossistemas costeiros. Apesar de existirem esteróis específicos para determinadas espécies de organismos, a maioria é biossintetizada por mais de uma espécie (Tabela 4). Por isso, afirmações quanto à origem da matéria orgânica, baseadas somente no estudo dos esteróis individuais, devem ser feitas com cautela (VOLKMAN *et al.*, 1998). Nesse estudo, serão analisadas algumas razões propostas na literatura entre os esteróis a fim de se obter uma melhor caracterização da matéria orgânica sedimentar.

Os esteróis também podem atuar como marcadores moleculares antrópicos (TAKADA *et al.*, 1997), ou seja, podem ser relacionados a uma fonte específica de natureza antrópica. O coprostanol (5 $\beta$ -coleston-3 $\beta$ -ol) é um traçador amplamente utilizado como indicador de contaminação por esgoto (TAKADA; EGANHOUSE, 1998), uma vez que é um dos principais esteróis de origem fecal, já que é produzido através da redução bacteriana do colesterol no intestino de animais superiores (NICHOLS *et al.*, 1996).

O coprostanol apresenta-se majoritariamente associado ao material particulado em suspensão e, por ser rapidamente degradado pelas bactérias aeróbicas, a presença deste composto em ambientes sedimentares reflete contaminação fecal recente (WALKER *et al.*, 1982). Entretanto, limitações quanto ao uso do coprostanol como marcador molecular da poluição fecal são apontadas por alguns autores, tal como a falta de um critério quantitativo que associe determinado nível de coprostanol à presença de poluição fecal (GRIMALT *et al.*, 1990; TAKADA; EGANHOUSE, 1998).

As transformações diagenéticas dos esteróis se dão através de uma série de reações de oxidação, desidratação e redução, intermediadas química e/ou microbiologicamente, e que levam à conversão dos  $\Delta^5$  esteróis em estanonas, e por fim, a estanóis. Dessa forma, para a avaliação da diagênese recente da matéria

orgânica, foi proposta por alguns autores através da utilização da razão estanol/estenol, a qual possibilita averiguar as transformações redox ocorridas no sedimento, através da redução de esteróis a estanóis (NISHIMURA; KOYAMA, 1977; GAGOSIAN et al., 1979; MCCAFFREY, 1990).

Outros compostos triterpênicos têm sido utilizados como biomarcadores, em conjunto com os esteróis, para traçar a matéria orgânica derivada de manguezais, representada principalmente pelas espécies de mangue (KOCH *et al.*, 2003). Estes compostos, os triterpenos, são formados por seis unidades de isopreno, apresentam estrutura do tipo C<sub>30</sub>, policíclica, normalmente tetra ou pentacíclica, quase sempre hidroxilados na posição C<sub>3</sub>. A estrutura dos triterpenos pode conter vários grupos funcionais, tais como alcoóis, alcenos e alcanos (VOLKMAN, 2006; BIANCHI; CANUEL, 2011).

Os triterpenos pentacíclicos, assim como os esteróis, distribuem-se amplamente na natureza e são encontrados em abundância nas plantas superiores, principalmente como constituintes de ceras e resinas, podendo ser divididos em três grupos principais: os oleananos ( $\beta$ -amirina), ursanos ( $\alpha$ -amirina) e lupanos (lupeol). KOCH *et al.* (2003) demonstraram a potencialidade no uso destes compostos como traçadores de matéria orgânica de manguezal devido à sua preservação nos sedimentos, mesmo após ingestão das folhas por caranguejos. Nos resultados obtidos por esses autores, as folhas das três espécies de mangue, que ocorrem no sudeste do Brasil, mostraram uma distribuição bem distinta entre si. Em folhas de *Rhizophora mangle* há predomínio do taraxerol e  $\beta$ -amirina; já nas folhas de *Avicennia schaueriana* e de *Laguncularia racemosa* o lupeol é o esterol encontrado em maior quantidade.

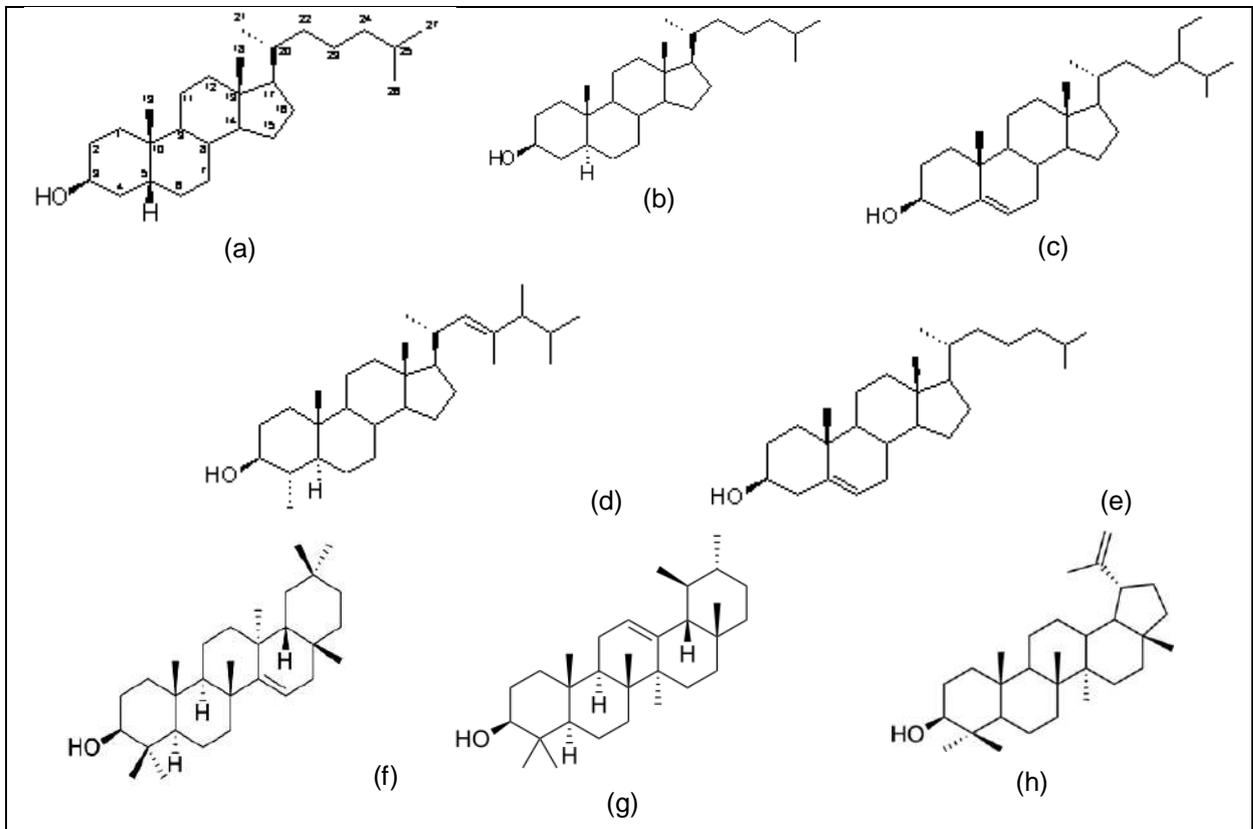
Entretanto, as mesmas espécies de mangue apresentaram contribuições distintas destas para os triterpenos em estudos no sul do país. Por exemplo, Silva; Madureira (2012) descreveram maiores contribuições de  $\beta$ -amirina para folhas de *Avicennia schaueriana* e pouca quantidade de lupeol,  $\alpha$ -amirina, germanicol, betulin; enquanto que  $\beta$ -amirina e lupeol predominam nas folhas de *Laguncularia racemosa*. Apesar das diferenças locais na composição química das espécies de mangue, os triterpenos, em conjunto com os esteróis, se apresentam como importantes biomarcadores de matéria orgânica de manguezal.

Tabela 4 - Esteróis e triterpenóis e suas informações geoquímicas.

Nome usual	Nomenclatura (IUPAC)	Símbolo	Informação ambiental
Colesterol	Colest-5-en-3 $\beta$ -ol	27 $\Delta^5$	Onipresente e abundante no fito e zooplâncton
Colestanol	5 $\alpha$ -colestan-3 $\beta$ -ol	27 $\Delta^0$	Diatomáceas, redução química e biológica do colesterol
Coprostanol	5 $\beta$ -colestan-3 $\beta$ -ol	27 $\Delta^{0\beta}$	Contaminação fecal (por esgotos)
Epicoprostanol	5 $\beta$ -colestan-3 $\alpha$ -ol	epi27 $\Delta^{0\beta}$	Esgoto tratado
Diatomsterol	24-metilcolest-5,22(E)-dien-3 $\beta$ -ol	28 $\Delta^{5,22}$	Diatomáceas, haptófitas, criptófitas e dinoflagelados
Campesterol	24-metilcolest-5-en-3 $\beta$ -ol	28 $\Delta^5$	Plantas superiores, diatomáceas e clorófitas
Campestanol	24-metil-5 $\alpha$ -colestan-3 $\beta$ -ol	28 $\Delta^0$	Idem campesterol e também produto de degradação
Estigmasterol	24-etilcolest-5,22(E)-dien-3 $\beta$ -ol	29 $\Delta^{5,22}$	Plantas superiores
Estigmastanol	24-etil-5 $\alpha$ -colest-22-en-3 $\beta$ -ol	29 $\Delta^{22}$	Idem estigmasterol e também produto de degradação
Sitosterol	24-etilcolest-5-en-3 $\beta$ -ol	29 $\Delta^5$	Plantas superiores e algumas classes de fitoplâncton
Sitostanol	24-etil-5 $\alpha$ -colestan-3 $\beta$ -ol	29 $\Delta^0$	Idem sitosterol e também produto de degradação
Dinosterol	4 $\alpha$ ,23,24-trimetil-5 $\alpha$ -colest-22(E)-en-3 $\beta$ -ol	30 $\Delta^{22}$	Dinoflagelados, principalmente, e algumas classes de fitoplâncton
Taraxerol	14-taraxereno-3 $\beta$ -ol	-	Plantas superiores, principalmente a <i>Rizophora mangle</i>
$\alpha$ -amirina	12-urseno-3 $\beta$ -ol	-	Plantas superiores
$\beta$ -amirina	12-oleaneno-3 $\beta$ -ol	-	Plantas superiores
Lupeol	20(29)-lupeno-3 $\beta$ -ol	-	Plantas superiores
Betulin	20(30)-lupeno-3 $\beta$ ,28-diol	-	Plantas superiores

Fonte: VOLKMAN et al., 1998; ZIMMERMAN; CANUEL, 2001; VOLKMAN et al., 2008; KOCH *et al.*, 2003.

Figura 6 - Estruturas químicas de alguns esteróis e triterpenos quantificados neste estudo.



Legenda: (a) coprostanol; (b) colestanol; (c) sitosterol; (d) dinosterol; (e) colesterol, (f) taraxerol ; (g) amirina; (h) lupeol.

### 1.5 Indicadores Socioeconômicos

O aparecimento e desenvolvimento dos indicadores sociais estão intrinsecamente ligados à consolidação das atividades de planejamento do setor público ao longo do século XX (BUSTELO, 1982; JANNUZZI, 2012). Estes indicadores passaram a desempenhar, nos últimos tempos, um importante papel na expressão da realidade de uma sociedade.

Um indicador social é uma medida, em geral quantitativa, dotada de significado social substantivo, usado para substituir, quantificar ou operacionalizar um conceito social abstrato, de interesse teórico (para pesquisa acadêmica-pesquisa) ou programático (para formulação de políticas públicas). É um recurso metodológico, empiricamente referido, que informa algo sobre um aspecto da

realidade social ou sobre mudanças que estão se processando na mesma (JANNUZZI, 2004).

Desta forma, os indicadores socioeconômicos se prestam a subsidiar as atividades de planejamento público e formulação de políticas sociais nas diferentes esferas de governo, e ainda ilustrar informações de cunho científico, de fácil compreensão, usadas nos processos de decisão em todos os níveis da sociedade. São úteis como ferramentas de avaliação de determinados fenômenos, apresentando suas tendências e progressos que se alteram ao longo do tempo (CARDOSO, 1999). Existem inúmeras formas de classificar os indicadores sociais, a mais comum é segundo a área temática da realidade social a que se referem. Por exemplo, indicadores de saúde, educacionais, de mercado, demográficos, habitacionais, ou de forma sistemática como os indicadores socioeconômicos, como apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Classificação de indicadores e suas áreas temáticas, bem como as principais fontes de publicação das estatísticas públicas no Brasil.

<b>Indicador</b>	<b>Área Temática</b>	<b>Instituição</b>	<b>Fonte de dados</b>
Taxa de natalidade Atendimento à saúde	Saúde	Ministério da Saúde	DATASUS
Taxa de analfabetismo	Educação	Ministério da Educação	Censo Escolar
Taxa de crescimento demográfico Taxa de urbanização	Demográfica	IBGE	Censo Demográfico
Saneamento Básico	Gestão	IBGE	Censo Demográfico
Produto Interno Bruto (PIB)	Econômico	IBGE	Sistema de Contas Nacionais
Frota veicular municipal	Trânsito	IBGE	Ministério das cidades
Taxa de Participação Índice de Desenvolvimento Humano	Mercado	Ministério do Trabalho	RAIS CAGED
Qualidade de Vida Indicadores Ambientais	Meio Ambiente	Ministério do Meio Ambiente	Diversas

Fonte: JANNUZZI, 2012.

Para seu emprego na pesquisa acadêmica ou na formulação e avaliação de políticas públicas o indicador social deve possuir uma série de propriedades. Além da sua relevância para discussão da agenda da política social, de sua validade em representar o conceito indicado e da confiabilidade dos dados usados na sua construção, um indicador social deve: (i) ter um grau de cobertura populacional adequado aos propósitos a que se presta; (ii) ser sensível a políticas públicas implementadas; (iii) específico a efeitos de programas setoriais; (iv) ser inteligível para os agentes e públicos-alvo das políticas; (v) ser atualizável periodicamente, a custos factíveis; (vi) ser amplamente desagregável em termos geográficos, sócio-demográficos e socioeconômicos; (vii) elencar certa historicidade para possibilitar comparações ao longo do tempo (OMS, 1996; JANNUZZI, 2004).

Em uma perspectiva aplicada, dadas as características do Sistema de Produção de Estatísticas Públicas no Brasil, é muito raro dispor de indicadores sociais que atendam plenamente a todas as características elencadas anteriormente. Desta forma, a seleção de indicadores é uma tarefa delicada, pois não existe uma teoria formal que permita orientá-la com estrita objetividade. Entretanto, é preciso garantir que existe, de fato, uma relação recíproca entre indicando (conceito) e os indicadores propostos (JANNUZZI, 2012).

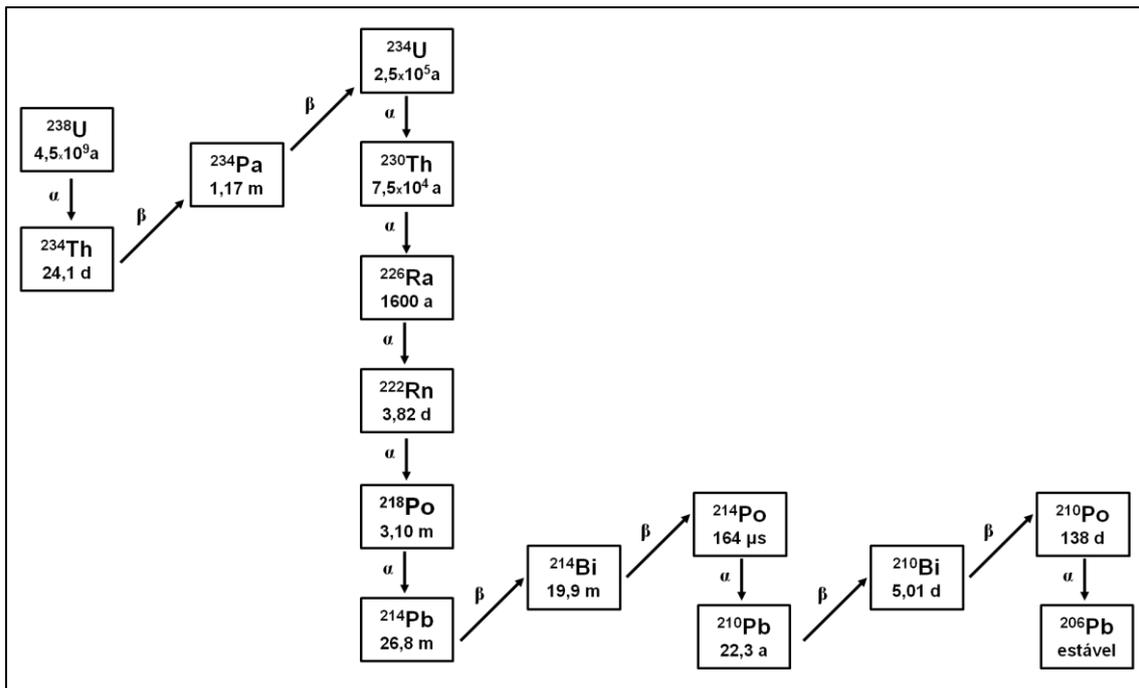
Neste estudo, os indicadores socioeconômicos selecionados foram aqueles relacionados ao processo de urbanização e desenvolvimento, por exemplo o crescimento populacional, taxa de urbanização, e saneamento básico, bem como os principais setores da economia, os quais conjugam o uso e ocupação do território. Tais processos e atividades podem, por sua vez, acarretar alterações nos aportes de compostos orgânicos naturais e/ou antrópicos para os ecossistemas de manguezais do Brasil

## 1.6 Geocronologia por $^{210}\text{Pb}$ : datação de testemunhos sedimentares

O  $^{210}\text{Pb}$  é um radionuclídeo natural que vem sendo amplamente utilizado para determinar a idade de camadas sedimentares bem como a taxa de sedimentação em ambientes fluviais, lacustres, de baías, de estuários e de manguezais. Por apresentar um tempo de meia vida ( $t_{1/2}$ ) de 22,3 anos, considera-se a aplicação do  $^{210}\text{Pb}$  em estudos geocronológicos de sedimentos recentes (últimos 100 a 150 anos). Estes estudos permitem realizar a reconstituição ambiental das alterações sofridas por ecossistemas, sejam elas naturais ou antrópicas, em especial durante o período de ocupação humana recente e os processos de urbanização e industrialização (RUIZ-FERNANDES *et al.*, 2007; RANJAN, 2012; WU *et al.* 2014; RICHARD *et al.*, 2014).

Os isótopos  $^{210}\text{Pb}$  e  $^{226}\text{Ra}$  pertencem à série natural de decaimento radioativo do  $^{238}\text{U}$  ( $4,47 \times 10^9$  anos) e algumas particularidades envolvendo estes radioisótopos no ambiente permitem a utilização dos mesmos na datação de sedimentos. A série completa de decaimento do  $^{238}\text{U}$  é esquematizada na Figura 7. Em uma série de decaimento radioativo em condição de equilíbrio secular, a atividade de cada nuclídeo sucessor (filho) está ligada diretamente ao decaimento do nuclídeo pai, ou seja, sem trocas químicas ou físicas com o meio externo, que causem perda nem adição dos elementos (pai ou filho) ao longo da série.

Figura 7: Série de decaimento radioativo do  $^{238}\text{U}$ .

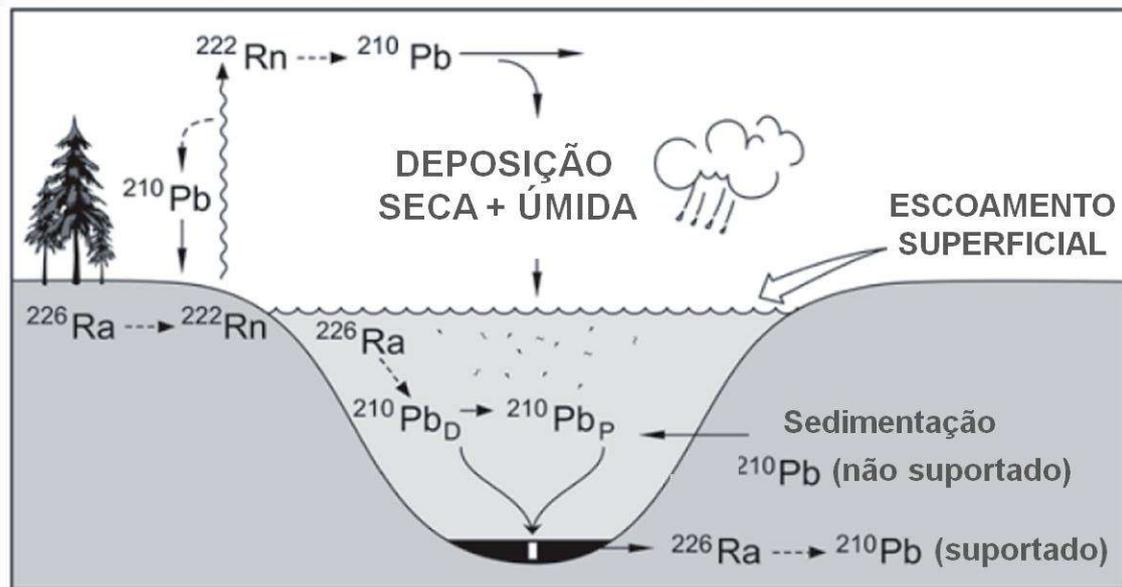


Legenda: a = anos; d = dias; m = minutos; s = segundos.

Fonte: A autora, 2017.

O desequilíbrio entre o  $^{210}\text{Pb}$  e o  $^{226}\text{Ra}$  ( $t_{1/2} = 1602$  anos), na série do  $^{238}\text{U}$ , ocorre através da liberação de parte do  $^{222}\text{Rn}$  ( $t_{1/2} = 3,82$  dias), que por ser um gás, escapa pelos interstícios do solo e se difunde para a atmosfera. O  $^{222}\text{Rn}$ , na atmosfera, decai rapidamente formando uma sequência de vários nuclídeos de meia vida curta, até a formação do  $^{210}\text{Pb}$ , o qual retorna para os solos, sedimentos e água ao sofrer precipitação úmida ou seca (MOZETO *et al.*, 2006). Uma vez no ambiente aquático, o  $^{210}\text{Pb}$  se desintegra na coluna d'água ou adsorve-se ao material particulado em suspensão, que o arrasta até os sedimentos (GARCIA-ORELLANA; SANCHEZ-CABEZA, 2012). O ciclo hidrogeoquímico do  $^{210}\text{Pb}$  em regiões costeiras é apresentado na Figura 8.

Figura 8 - Diagrama esquemático do ciclo hidrogeoquímico do  $^{210}\text{Pb}$  no ambiente.



Legenda:  $^{210}\text{Pb}_D$  = Pb dissolvido e  $^{210}\text{Pb}_P$  = Pb particulado.  
 Fonte: Modificado de BLAIS *et al.* 2015.

Desta forma, o  $^{210}\text{Pb}$  em uma coluna de sedimento é resultante de duas fontes diferentes: o proveniente da atmosfera, que é chamado de  $^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}$  (em excesso) ou não-suportado, que está estritamente ligado aos processos sedimentares; e o produzido na própria matriz sedimentar pelo decaimento de  $^{226}\text{Ra}$  sem o escape de  $^{222}\text{Rn}$ , que é o dito Pb suportado. Dessa forma, o  $^{210}\text{Pb}$  não-suportado pode ser mensurado pela diferença entre  $^{210}\text{Pb}$  total na amostra e  $^{210}\text{Pb}$  suportado, que, por estar em equilíbrio radioativo com seus precursores na série do  $^{238}\text{U}$ , pode ser medido por algum dos núclídeos pai, como o próprio  $^{226}\text{Ra}$  (NOLLER, 2000; BLAIS *et al.*, 2015). Como o Pb não-suportado se correlaciona à taxa de sedimentação, o  $^{210}\text{Pb}$  pode ser utilizado para estimar taxas de processos, por exemplo a sedimentação, que ocorre em ambientes costeiros.

A variação temporal da atividade de  $^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}$ , que ocorre na forma de um decaimento exponencial em função do tempo, tem como fator de decaimento um valor resultante da relação entre a meia-vida deste radionuclídeo e a taxa de sedimentação local. Segundo essa relação, modelos matemáticos, cada qual com suas premissas específicas, permitem determinar taxas de sedimentação e estabelecer a datação de colunas sedimentares. Os modelos mais usualmente aplicados são o CIC (Constant Initial Concentration - ROBBINS; EDGINGTON, 1975), o CFCS (Constant Flux, Constant Sedimentation - APPLEBY; OLDFIELD,

1992) e o CRS (Constant Rate of Supply - KOIDE *et al.*, 1972; APPLEBY & OLDFIELD, 1978).

O modelo utilizado no presente estudo foi o CRS e se baseia nas diferenças entre as atividades do  $^{210}\text{Pb}$  total e aquela em equilíbrio secular com o  $^{226}\text{Ra}$ , desenvolvido inicialmente por GOLDBERG (1963). Em aplicações mais recentes, ROBBINS (1978) criou o termo Modelo de Fluxo Constante (CF) enquanto que APPLEBY & OLDFIELD (1978) o designaram como Modelo de Taxa Constante de Fornecimento (CRS). No modelo CRS assume-se que o fluxo de  $^{210}\text{Pb}$  em excesso para a superfície dos sedimentos é constante, resultando em uma razão de suprimento ou incorporação nos sedimentos constante, independente das possíveis variações nas taxas de sedimentação ao longo do tempo. Assim, o excesso de Pb-210 a uma profundidade  $x$  de um perfil se igualará ao fluxo (constante) integrado durante o correspondente intervalo de tempo.

Este modelo é mais utilizado para lagos, zonas costeiras ou estuários, onde processos de sedimentação são intensificados por ações antrópicas. A modelagem por CRS requer se conhecer a variação da densidade com a profundidade considerando o processo de compactação das camadas sedimentares.

#### 1.6.1 Espectrometria Gama

Para a datação dos testemunhos de sedimento deste estudo utilizou-se o método direto de contagem do  $^{210}\text{Pb}$ , o qual é feito por espectrometria gama. A vantagem deste método é que não se faz necessária abertura ou digestão das amostras para realização das medidas, sendo determinadas as concentrações de  $^{210}\text{Pb}$  diretamente de cada camada de sedimento. Esta técnica consiste em uma análise através da interação da radiação gama emitida pela amostra analisada junto a um detector que permite a discriminação das energias emitidas pelos radionuclídeos de interesse.

Até recentemente, esta análise não destrutiva do  $^{210}\text{Pb}$  por emissão gama de baixa energia era pouco utilizada. Atualmente, muitos estudos têm empregado esta técnica para a geocronologia de sedimentos, com o avanço tecnológico na produção de detectores com alta sensibilidade quanto à qualificação e quantificação dos níveis

de radiação gama. Os detectores usados nestes estudos tem sido o iodeto de sódio ativado com tálio - NaI(Tl) e, principalmente, o germânio hiperpuro – HPGe, o qual é mais indicado em pesquisas envolvendo espectrometria gama (SANTOS JÚNIOR *et al.*, 2009), e foi o empregado neste trabalho.

A principal vantagem do uso do detector de HPGe é a sua alta resolução, capaz de determinar a energia da radiação gama dos diferentes emissores presentes na amostra, o que proporciona uma menor incerteza na medida. Geralmente, os detectores estão envolvidos por uma blindagem de chumbo (Pb) com uma superfície interna delgada constituída de cobre e zinco, com o objetivo de isolá-los e ter uma baixa radiação de fundo.

Por fim, os principais parâmetros a serem considerados numa análise por espectrometria gama a fim de garantir um bom desempenho dos detectores e assegurar a confiabilidade dos resultados são: a eficiência de contagem, que apresenta uma dependência com a energia do fóton a ser contado e com a geometria de contagem (BOLIVAR *et al.*, 1996); boa calibração do sistema de medidas; alta resolução do sistema por fotopico; baixo limite de detecção; um sistema que forneça o cálculo da área líquida do fotopico; um arranjo experimental que permita validar os resultados experimentais com a utilização de padrões certificados; minimizar a autoabsorção pelo uso de padrões com densidades semelhantes às amostras analisadas e padronizar as massas das amostras analisadas, dos padrões e o tempo de aquisição (SANTOS JÚNIOR *et al.*, 2009).

## 2 ÁREA DE ESTUDO

"Nossos bosques têm mais vida"  
 "Nossa vida" no teu seio "mais amores" (...)  
 (...)Terra adorada  
 Entre outras mil  
 És tu, Brasil  
 Ó pátria amada!  
 Dos filhos deste solo és mãe gentil  
 Pátria amada  
 Brasil!

(Hino Nacional do Brasil)

A área de estudo desta tese está localizada ao longo da zona costeira do Brasil e compreende manguezais localizados em oito sistemas, representativos das quatro regiões geográficas litorâneas: Norte (N), Nordeste (NE), Sudeste (SE) e Sul (S).

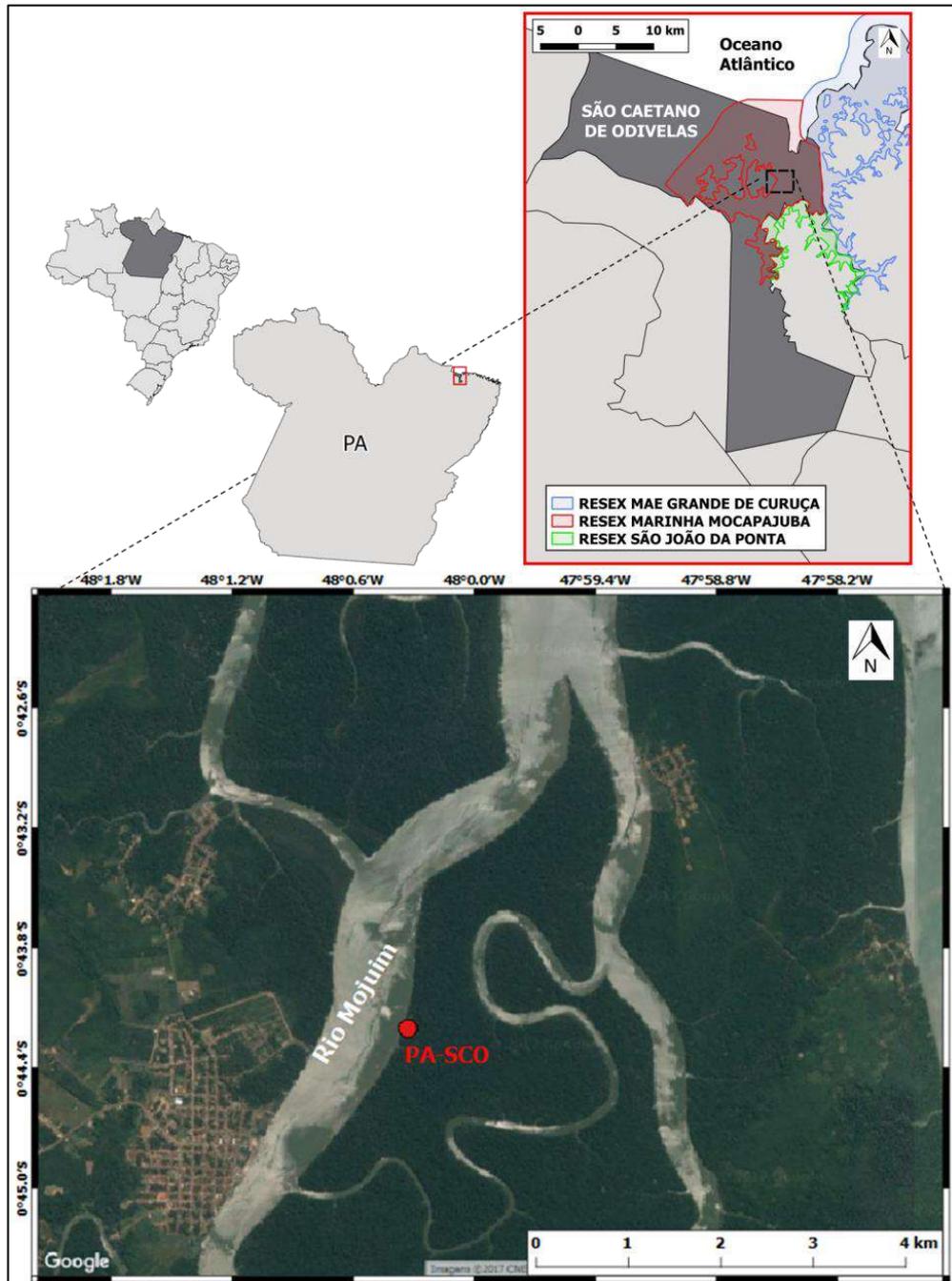
Neste capítulo, foi realizada uma breve descrição de cada área de manguezal estudada, além dos municípios nos quais se encontram. Os estados do Rio Grande do Norte e de Alagoas tiveram duas áreas selecionadas para o estudo em função do caráter distinto das mesmas, prístino e urbanizado.

### 2.1 Região Norte:

#### 2.1.1 Pará – São Caetano de Odivelas (PA-SCO)

O município de São Caetano de Odivelas (SCO) está localizado na mesorregião do nordeste do Pará, especificamente na microrregião do Salgado Paraense, a 120 km de Belém, capital do estado. Limita-se ao norte pelo Oceano Atlântico, a leste pelos municípios de Curuçá, São João da Ponta e Terra Alta, ao sul e a oeste pelo município de Vigia e abrange uma área de 743.466 Km<sup>2</sup>, como representado na figura 9 (TRINDADE, 2010).

Figura 9 - Localização da área de estudo no município de São Caetano de Odivelas.



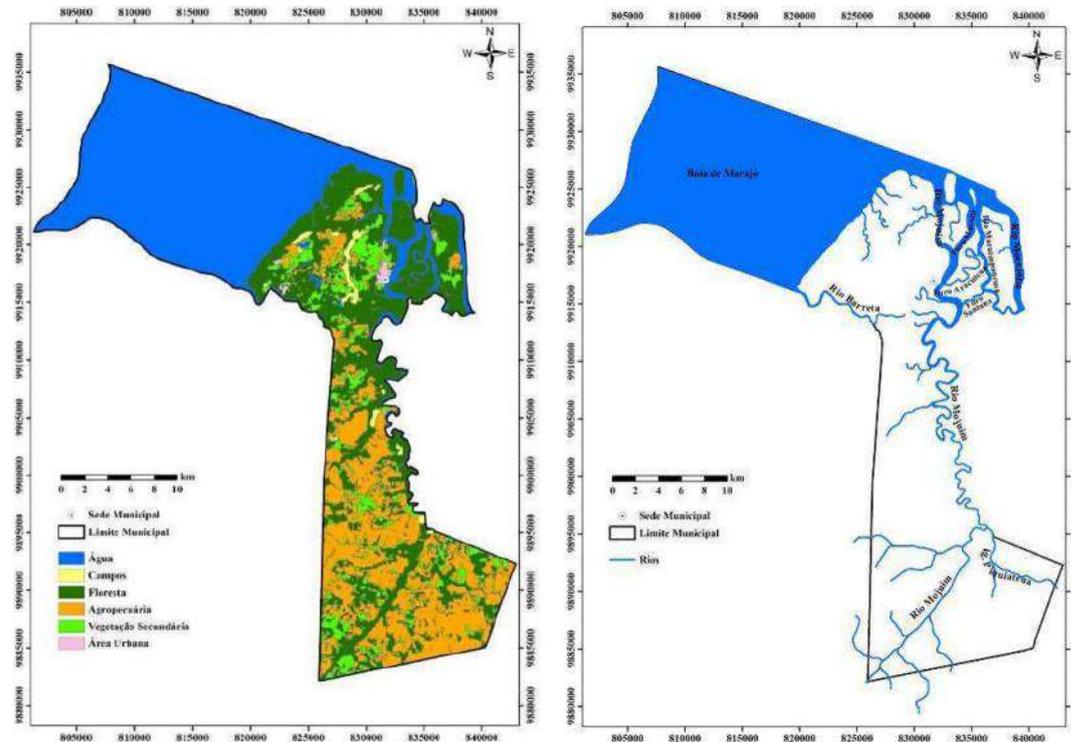
Fonte: A autora, 2017.

O clima da região é equatorial amazônico do tipo Am, segundo a classificação de Köppen. A temperatura média anual é de 27 °C e as precipitações pluviométricas são maiores entre janeiro a junho, diminuindo entre julho e dezembro, com média anual de 2576,8 mm (1988-1997). A umidade relativa do ar gira em torno de 85 % a 91 % (BASTOS *et al.*, 2001; PROST *et al.*, 2001; MORAES *et al.*, 2005). Esta região é banhada pelo estuário dos rios Mocajuba, Barreta e Mojuim, sendo o principal este último, que atravessa o município (sentido sul-norte) compondo sua bacia hidrográfica. Cerca de 40% do território municipal é composto por corpos d'água, e suas principais atividades econômicas estão relacionadas com as águas. É denominado como "Terra do Caranguejo", pois as áreas estuarinas se destacam por apresentar um predomínio de manguezais. (PICANÇO, 2012).

Os estuários dos rios Mocajuba, Barreto e Mojuim, são considerados do tipo bem misturado, com pouca variação da salinidade ao longo da profundidade e apresentam grande número de planícies de maré lamosas, bancos arenosos e pequenas ilhas. As marés são um importante fator costeiro nessa área e se caracterizam por um regime macromarés semidiurnas, que varia entre 4 m e 7,5 m (SOUZA-FILHO, 2005).

No município de São Caetano de Odivelas, desconsiderando-se a área coberta de água, o uso e/ou ocupação do solo predominante são áreas com fisionomia florestal, principalmente de manguezal, que cobrem 44,7 % da área do município (Figura 10). O segundo maior uso é a agropecuária (38,2 %), seguida de vegetação secundária (capoeira e juquiras, 14,5%) do município. Campos alagados e área urbana correspondem a 2% e 0,7%, respectivamente, da área emersa do município.

Figura 10 - Mapa de uso e ocupação do solo e hidrologia do município de São Caetano de Odivelas



Fonte: MMA, 2014.

O litoral paraense abriga uma parcela bastante significativa dos manguezais brasileiros, que associados às florestas do Maranhão, perfazem o maior cinturão contínuo de manguezais do mundo (680 km de costa). Em São Caetano de Odivelas, as principais espécies de mangue encontradas são *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia schaueriana* e *Avicennia germinans* (LIMA *et al.*, 2001; ABREU, 2007). Estruturalmente, as florestas estudadas apresentam um predomínio de indivíduos do gênero *Rhizophora*, que compõem de 50 a 60% da vegetação, mesclados com indivíduos de *Avicennia germinans*. A altura média é  $7,81 \pm 9,24$  m, no entanto, há grande variabilidade entre indivíduos por conta da formação de extensos bancos de jovens, ocorrendo desta forma, uma maioria de indivíduos com 2 m de altura, e alguns que ultrapassam os 30 m.

Recentemente, foi criada A Reserva Extrativista Marinha de Mocapajuba (2014) em São Caetano de Odivelas. Nas adjacências deste município também há a presença de Unidades de conservação, como a Reserva Extrativista Mãe Grande de Curuçá e a Reserva Extrativista São João da Ponta (Figura 10) (IBGE, 2016).

A cobertura de manguezais em São Caetano de Odivelas ainda é muito pouco afetada por atividades antrópicas e constituem uma das maiores áreas de florestas bem preservadas na costa brasileira. O principal impacto nos manguezais de SCO parece ser sentido na fauna, representada pelos caranguejos e peixes, seja pela excessiva “tiração” e comercialização de caranguejos, pesca predatória nas cabeceiras de rios e igarapés que abastecem o manguezal, além do uso da madeira nativa para produção de lenha (LARA, 2003; SENNA., 2002)).

A extração de crustáceos e moluscos e a pesca constituem as principais atividades econômicas e turísticas no município de SCO, onde se situa o maior pólo pesqueiro do Salgado Paraense. A segunda atividade econômica mais importante do município é, a agropecuária. Os crustáceos explorados comercialmente são o caranguejo (*Ucides cordatus*), o camarão branco (*Litopenaeus schmitti*) e o siri (*Callinectes sp.*). Os moluscos são os turus (*Teredo sp.*), a ostra (*Crassostrea sp.*) e em menor escala o mexilhão (*Mytella sp.*). O sarnambi (*Anomalocardia brasiliiana*) é extraído apenas para consumo próprio (DOL, 2011).

Historicamente, as fundações dessa cidade ocorreram no período colonial, pelos padres jesuítas quando desbravaram a região, através do rio Mojuim. Em 07 de agosto de 1735, o padre jesuíta português Frei Felipe, iniciou uma feitoria “fazenda de criação de gado” à qual colocou sobre a proteção de São Caetano da Divina Providência, santo do dia, dando-lhe o nome de Odivelas, em homenagem a sua terra natal. Em 1757, foi elevada a categoria de freguesia de São Caetano de Odivelas. O município foi criado em 1872, e devidamente instalado em 28 de agosto de 1874, quando foi construída a Câmara Municipal. Após ser categorizada como cidade em 1895 e, posteriormente, ter tido seu território anexado aos municípios vizinhos (Curuçá e Vigia, em 1930), a emancipação político-administrativa do município de SCO se deu efetivamente em 31 de outubro de 1935 (TRINDADE, 2010; IBGE, 2012).

A ocupação da região nordeste paraense registra dois grandes momentos, sendo o primeiro durante a colonização portuguesa, mencionado anteriormente, e o segundo ciclo de ocupação ocorreu com a construção das grandes rodovias que cortaram o território nas décadas de 1960 e 1970, como a BR-010 (Belém-Brasília), a BR-316 (Pará-Maranhão) e a BR-222 (que liga a BR-010 a Marabá). Com essas

grandes obras, houve um fluxo migratório de outros estados, o que provocou um processo de municipalização, o que fez surgir pequenas vilas que deram origem ao atual município São Caetano de Odivelas (TAVARES, 2010), com uma população e densidade demográfica de 16891 e 22,7 habitantes, respectivamente (IBGE, 2010).

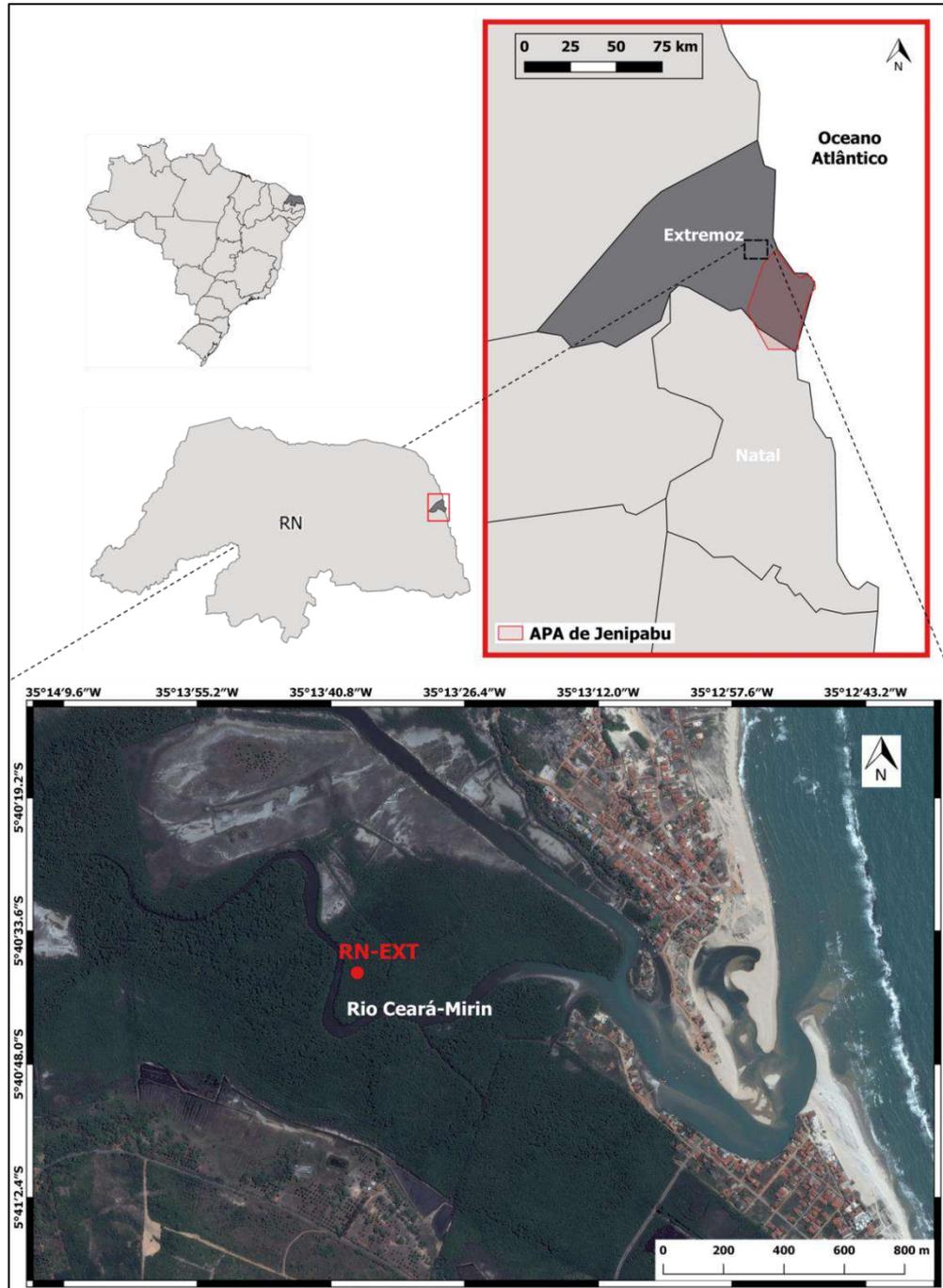
## 2.2 Região Nordeste

### 2.2.1 Rio Grande do Norte – Extremoz (RN-EXT) e Natal (RN-NAT)

O município de Extremoz está localizado na microrregião de Natal e mesorregião leste potiguar e abrange uma área de 139 km<sup>2</sup>, distando da capital (Natal) cerca de 16 km. Seus limites fazem fronteiras a norte com o município de Ceará – Mirim; ao sul com a capital Natal; a oeste com o município de São Gonçalo do Amarante e a leste com o oceano Atlântico (Figura 11) (IDEMA, 2013).

O clima é tropical quente e úmido, do tipo AS', segundo a classificação de Koppen, com elevada amplitude térmica e temperatura média anual de 26,1 °C. Os regimes pluviométricos na região apresentam um período seco durante o verão (agosto a fevereiro) e chuvoso no outono-inverno (março a julho), com precipitação média anual de 1295,7 mm. A umidade relativa média do ar é aproximadamente 80 % (DINIZ FILHO, 1999; VIANELLO; ALVEZ, 2000; IDEMA, 2013).

Figura 11 - Localização da área de estudo no município de Extremoz.

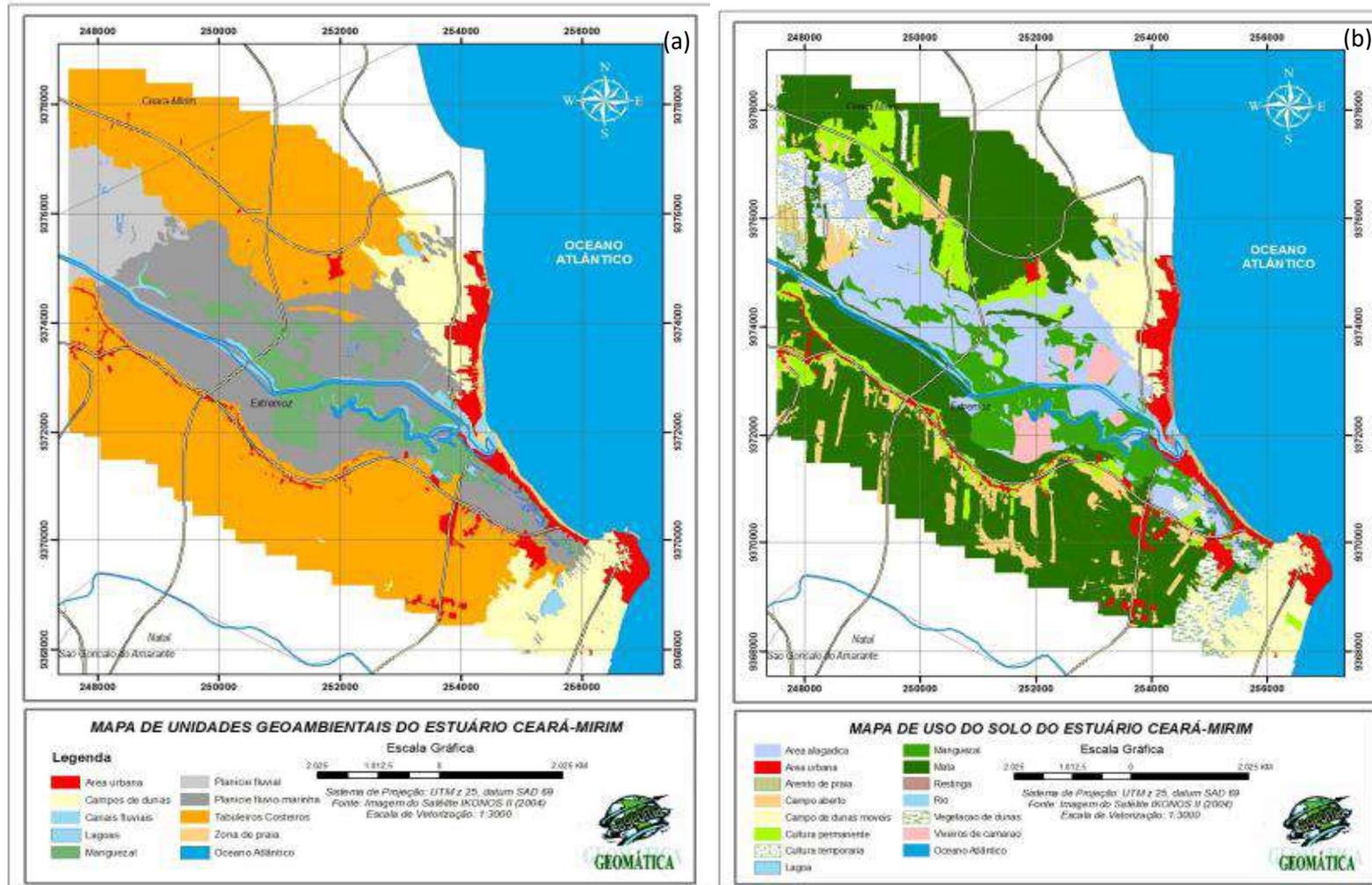


Fonte: A autora, 2017.

O município de Extremoz possui cerca de 50 % de seu território inserido nos domínios da bacia hidrográfica do rio Ceará-Mirim, e a outra metade inserida na bacia hidrográfica do rio Doce e na faixa litorânea leste de escoamento difuso. O estuário do rio Ceará-Mirim está inserido na região da zona costeira que possui um regime de mesomarés do tipo semidiurna, com amplitude média de 1,5 m, que pode alcançar 2,8 m na maré enchente de sizígia (MABESSONE; COUTINHO, 1970; CPRM, 2005).

Geomorfologicamente, o município de Extremoz é formado por dunas móveis e fixas, planície de inundação fluvial e planície fluviomarinha, com manguezais e lagoas, tabuleiros, e praias (Figura 12). Essa diversidade de ecossistemas costeiros levou à criação da área de Proteção Ambiental de Genipabu (APAJ) nos municípios de Extremoz e Natal a fim de proteger e ordenar o uso do solo na região. Com relação à cobertura vegetal predominam os manguezais, matas e vegetação de praias e dunas, como as restingas (IDEMA, 2013). A vegetação de mangue é composta pelas espécies *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Avicennia shaueriana* e *Laguncularia racemosa*. As florestas de franja desta região são dominadas por *R. mangle*, apresentando um porte ereto e uma floresta madura, com altura média da copa de  $10,4 \pm 4,2$  m.

Figura 12 - Mapas do município de Extremoz com as unidades geoambientais (a) e uso do solo (b).



Fonte: CASTELLANI *et al.*, 2007.

Nos últimos anos, a região do estuário do rio Ceará Mirim vem sofrendo um crescimento urbano acelerado na ocupação do seu entorno, pautado em três segmentos econômicos: o turismo e a segunda moradia, cujos investimentos distribuem-se ao longo de todo o litoral Potiguar; a agropecuária, com destaque para a cana-de-açúcar e bovinos; e a carcinicultura, instalada ao longo do estuário (Figura 12b) (CASTELLANI *et al.*, 2007; IDEMA, 2013).

Esses segmentos são potencialmente capazes de causar impactos ambientais para as áreas de preservação permanente presentes na região do estuário do rio Ceará-Mirim. Quanto aos manguezais, SOARES (2010) reportou 9,3 % de suas áreas degradadas devido à implantação de atividades aquícolas (carcinicultura), sem contar o avanço da ocupação urbana.

Este último estudo sugere a ampliação da APA de Genipabu, a fim de abranger todas as áreas de manguezais nesse estuário, pois apesar de serem APPs, caráter mais restritivo do que uma APA, esta última possui plano de manejo, equipe técnica e fiscalização o que garantiria uma maior preservação do que a atual.

Historicamente, na foz do rio Ceará-Mirim havia uma aldeia (São Miguel do Guajiru) habitada pelos índios tupis e paiacus sob domínio dos padres jesuítas até 1725, quando estes foram expulsos por invasores holandeses. Em 1758, a primeira vila do estado do Rio Grande do Norte foi fundada na região: a Vila Nova de Extremoz, ocupada inicialmente por 1420 habitantes, com expansão agrícola. Tornouse Vila de Ceará-Mirim em 1856, e em 1963 é elevada à categoria de município do Rio Grande do Norte com a denominação de Extremoz (IDEMA, 2013).

A implementação do processo de expansão industrial e modernização agrícola fomentada pelo Estado brasileiro ocorreu no Rio Grande do Norte, na década de 70, o que contribuiu para a mecanização das salinas, para a modernização do processo da extração do minério scheelita (fins dos anos de 1960) e para a criação de um parque industrial no município de Extremoz, entre outros locais. Posteriormente, ocorreu o surgimento de uma nova dinâmica econômica no território estadual, representada pela expansão do turismo.

Apesar das intenções para o desenvolvimento do turismo datar nos anos 60, é somente na década de 1980, após a construção de estradas paralelas à linha de costa, que esta atividade ganha a sua maior expressão, assim como a expansão urbana (ARAUJO; SILVA, 2007).

Desta forma, a urbanização litorânea ocorreu lentamente a partir de núcleos nas principais praias, cujo parcelamento do solo foi destinado à construção de segundas residências para veraneio das classes média e alta da capital Natal. No entanto, verificou-se durante a década de 90 e após o ano 2000 um crescimento urbano mais acelerado devido principalmente às potencialidades turísticas da região (ARAUJO; SILVA, 2007; NASCIMENTO, 2008).

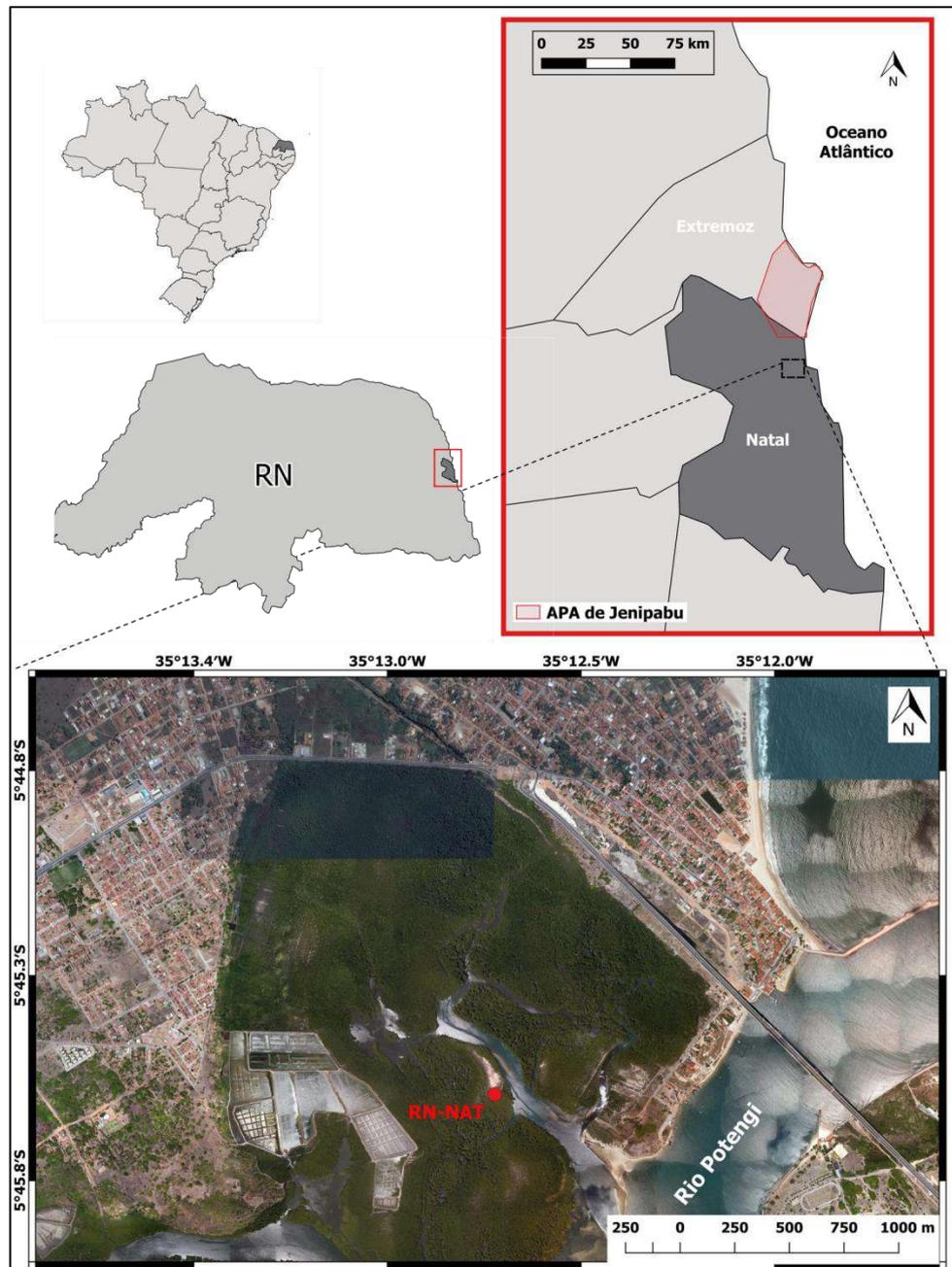
### Natal (RN-NAT)

O município de Natal, capital do estado do Rio Grande do Norte, está localizado no litoral oriental do estado, mesorregião do leste potiguar, na microrregião de Natal e abrange uma área de 167 km<sup>2</sup>. Limita-se a norte com o município de Extremoz, a sul com Parnamirim, a leste com o oceano Atlântico e a oeste com os territórios municipais de São Gonçalo do Amarante, Macaíba e Parnamirim (Figura 13) (IDEMA, 2013).

Segundo a classificação de Köppen, a cidade de Natal possui clima As' - quente e úmido, com estação seca (setembro a janeiro) no verão e chuvas de outono a inverno (fevereiro a agosto). A temperatura média anual do ar é da ordem de 27 °C, com amplitude térmica de 2,0 °C e umidade relativa do ar em torno de 76 %. A precipitação pluviométrica anual apresenta média de 1583 mm (INMET, 2006; IDEMA, 2013).

O município encontra-se com 30 % do seu território inserido na bacia hidrográfica do rio Potengi, 15 % na do rio Pirangi, 23 %, na do rio Doce e 30 % na faixa litorânea leste de escoamento difuso, que juntos formam o estuário do rio Potengi. Este é considerado como um estuário parcialmente misturado e dominado por marés. A região está sujeita a um regime de mesomaré semidiurna, com altura máxima de 2,83 m (média de 1,32 m) (FRAZÃO, 2003; SILVA *et al.*, 2007).

Figura 13 - Localização da área de estudo no município de Natal.

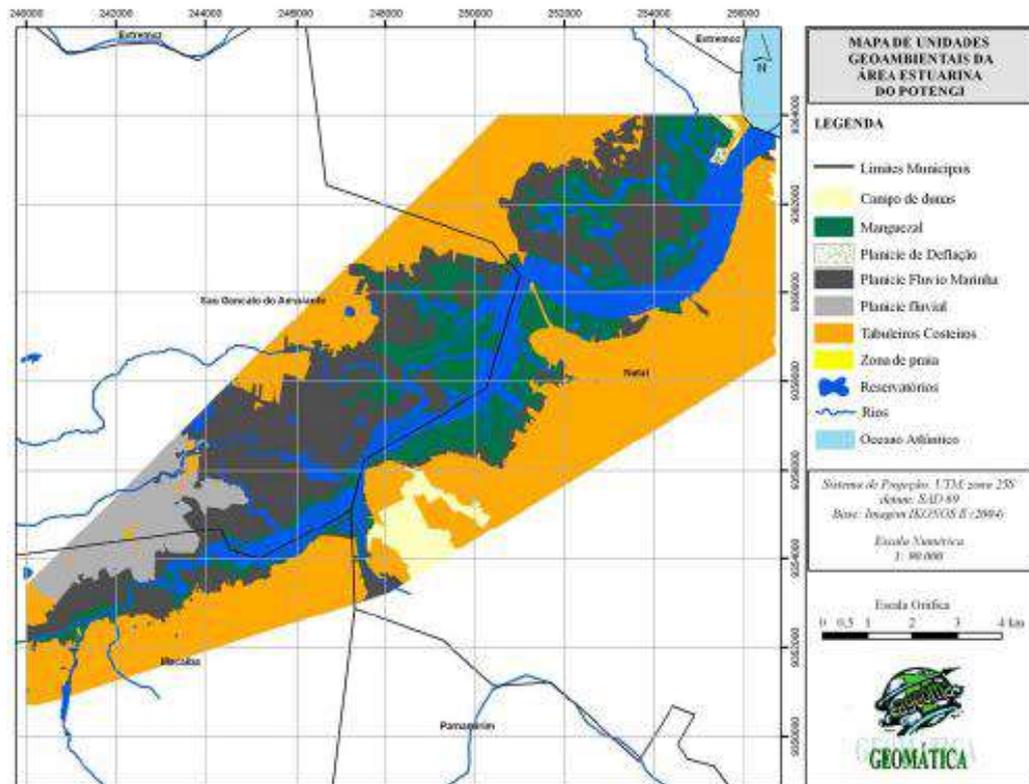


Fonte: A autora, 2017.

A região urbana da cidade de Natal está situada na foz do rio Potengi, cujas adjacências são ocupadas por praias, campos dunares e manguezais (Figura 14). A cobertura vegetal ao longo do estuário está associada a estas feições morfológicas, com vegetação predominante do tipo restinga e manguezal, as quais apresentam níveis avançados de degradação antrópica (CUNHA, 2004). Para a proteção e ordenamento do uso desses ecossistemas, unidades de conservação estão

presentes na região, como o Parque Estadual Dunas do Natal e a APA de Genipabu em conjunto com Extremoz (IDEMA, 2013).

Figura 14 - Mapa de unidades geoambientais da área estuarina do rio Potengi.



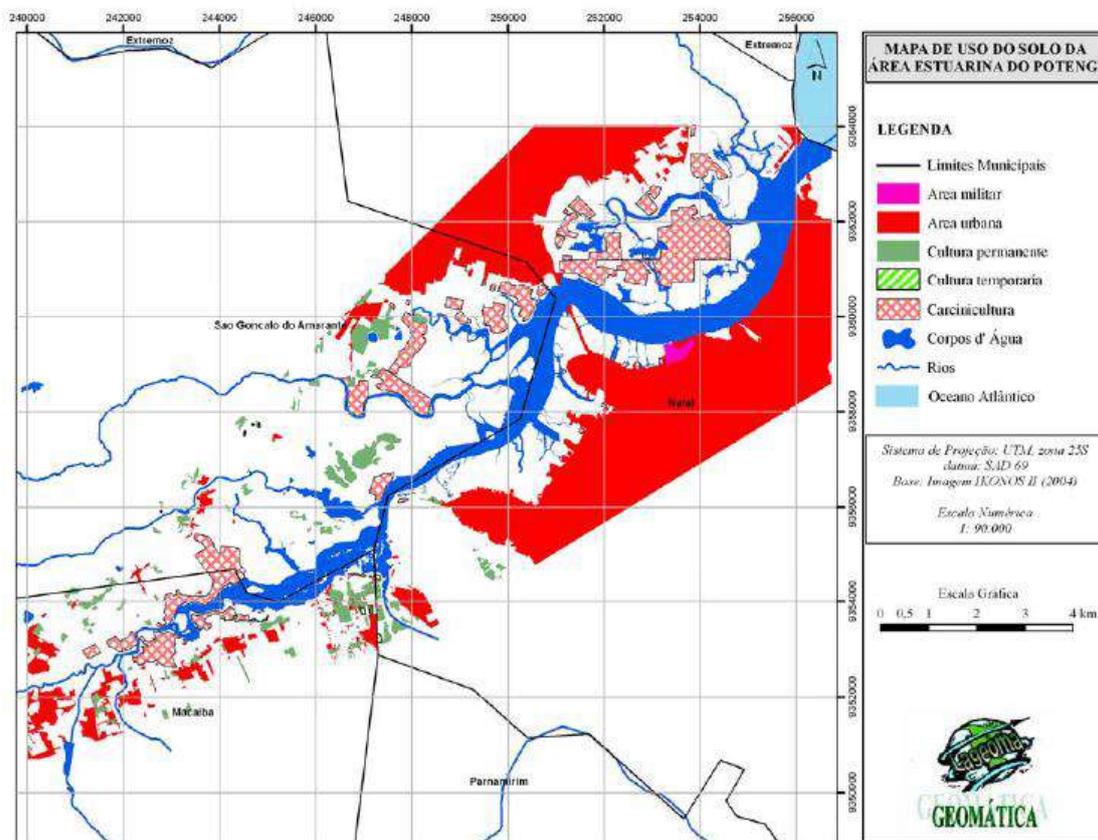
Fonte: FERNANDES; PETTA, 2008.

As atividades econômicas que mais se destacam na região são a pesca, a carcinicultura, o turismo e as atividades portuárias. O porto de Natal movimentava o escoamento principalmente de frutas e, mais recentemente, de minério de ferro para a exportação (MEDEIROS, 2009; IDEMA, 2013). Além disso, a carcinicultura tem garantido um lugar de destaque frente às exportações (ABCC, 2011)

O estuário do rio Potengi é uma região abrigada que apresenta em seu interior um exuberante manguezal. Os manguezais ocupam uma área de 862 ha (equivalente a 16 km<sup>2</sup>), com composição de espécies semelhante aos manguezais de Extremoz, mas com predomínio de *Rhizophora mangle* e, em menor abundância, *Laguncularia racemosa* e *Avicennia shaueriana*, estas últimas localizadas predominantemente nas regiões mais internas do estuário (OLIVEIRA; SOUZA, 2002).

Algumas áreas de manguezal, além do desmatamento histórico para instalação de salinas e a urbanização em seu entorno, têm sido ocupadas por empreendimentos industriais de aquicultura para cultivo de camarão (*Litopenaeus vannamei*) nas últimas décadas (Figura 15) (FERREIRA; SANKARANKUTTY, 2002; MAIA et al., 2005). A rápida expansão da carcinicultura é atualmente uma grande ameaça aos manguezais da área, pois estão sendo soterrados, substituídos por tanques destinados à instalação das fazendas para a produção em escala comercial (ARAUJO; SILVA, 2007).

Figura 15 - Mapa do uso do solo da região estuarina do rio Potengi.



Fonte: FERNANDES; PETTA, 2008.

Historicamente, palco de resistência à colonização por parte dos índios potiguar e piratas franceses, a Capitania do Rio Grande do Norte começa a ser povoada em 25 de dezembro de 1597 após a conquista da região por esquadras portuguesas e subsequente construção do forte dos Reis Magos. No entanto, com o domínio holandês em 1633, o forte passou a ser denominado, durante 21 anos, de

Forte Kenlen e a cidade do Natal chamada Nova Amsterdã, até a saída dos holandeses. Posteriormente, a capital potiguar teve um crescimento lento ao longo dos séculos XVII, XVIII, até meados do século XIX. Foi elevada à categoria de vila com a denominação Natal em 1933 (SILVA, 2012; IDEMA, 2013).

O cenário de crescimento populacional da região metropolitana de Natal reflete os investimentos financeiros, inclusive internacionais, para a implementação de vários empreendimentos turístico-imobiliários de grande porte em diversas áreas de seu território, em meados da década de 1980, após a implantação da via costeira na cidade do Natal (FREIRE; ANDRADE, 2006).

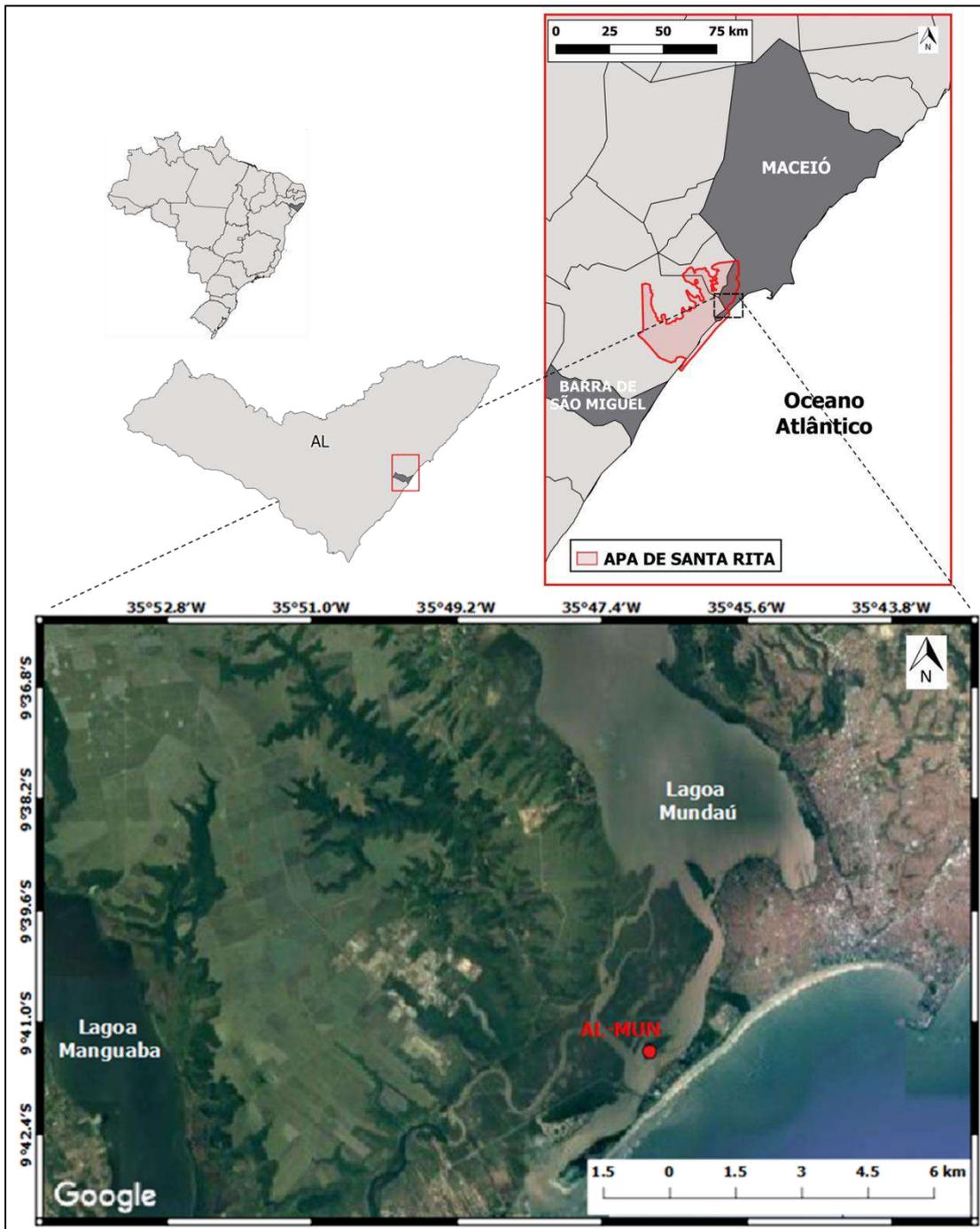
Na primeira metade do século XX, ocorreu um crescimento acelerado, principalmente durante a Segunda Guerra Mundial, quando foi instalada a base aérea dos Estados Unidos. Além disso, em 1942 ocorreu uma grande seca no interior do estado do RN, além da crise do algodão, que trouxe milhares de migrantes para a capital, que, conseqüentemente, sofreu uma pressão demográfica e imobiliária com diversas políticas públicas para o crescimento da cidade. Com destaque para a criação da Superintendência para o Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), em 1959, desenvolvendo programas habitacionais e para intensificação de atividades: industrial (criação de dois parques industriais em Natal), extrativa do petróleo, turística, e de comércio e serviços (COSTA, 2000).

### 2.2.2 Alagoas – Maceió/Lagoa Mundaú (AL-MUN) e Barra de São Miguel (AL-BSM)

#### Maceió/Lagoa Mundaú

A cidade de Maceió, capital de Alagoas, tem uma forte relação com a lagoa Mundaú, a qual compõe o complexo estuarino lagunar Mundaú-Manguaba (CELMM). A lagoa Mundaú (24 km<sup>2</sup> de área total; 1,5 m de profundidade média), em conjunto com a lagoa Manguaba (43 km<sup>2</sup> de área total; 2 m de profundidade média), se conecta com o mar por um sistema de canais que engloba uma área total de 12 km<sup>2</sup> e termina com um único canal de acesso ao mar (Figura 16) (OLIVEIRA; KJERFVE, 1993).

Figura 16 - Localização da área de estudo no município de Maceió.



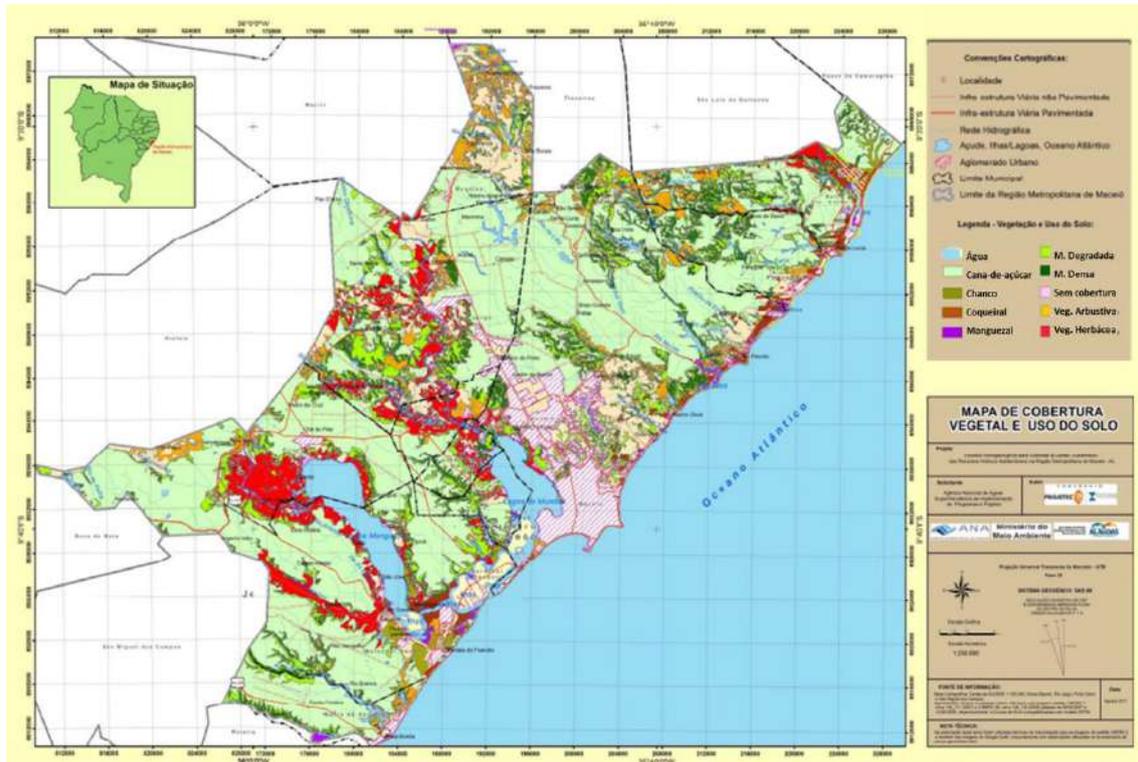
Fonte: A autora, 2017.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é identificado pelo tipo AS', tropical semi-úmido, com as estações seca (setembro a março) e úmida (abril a agosto) bem marcadas, com poucas chuvas e média pluviométrica anual de 1800 mm. A temperatura média anual é de 25,4 °C (variação de 3,4 °C) e a umidade relativa média do ar é de 78 % (SOUZA *et al.*, 2004).

A lagoa Mundaú é caracterizada como uma laguna de água salobra ou estuário, uma vez que suas águas sofrem permanentemente influência das águas do mar e de aportes fluviais. Esta lagoa constitui o baixo curso da bacia hidrográfica do rio Mundaú que drena uma área de 4.126 Km<sup>2</sup> percorre 30 municípios, e ocupa parte da região metropolitana de Maceió (MMA, 2005; ANA, 2015). As marés são semi-diurnas com amplitude de aproximadamente 1,44 m, sendo que seu efeito é bastante reduzido no interior das lagunas. A lagoa de Mundaú muda de condições mesohalinas para oligohalinas entre as estações seca e úmida, respectivamente. Essa lagoa recebe maior influência marinha que a lagoa Manguaba (atenuação de 98 %) e apresenta um tempo de residência de suas águas de cerca de duas semanas (OLIVEIRA; KJERFVE, 1993).

A vegetação existente ao redor do CELMM é principalmente composta por floresta tropical úmida, manguezais, tabuleiros, mata ciliar e restingas, os quais vêm sendo historicamente degradados e substituídos por plantações de cana-de-açúcar. As espécies de mangue que compõem as florestas de mangue associadas à lagoa Mundaú são *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* e *Avicennia schaueriana* (MARQUES *et al.*, 1993). A Figura 17 apresenta, em detalhe, a cobertura vegetal bem como a ocupação e o uso do solo no CELMM.

Figura 17 - Uso e ocupação do solo no CELMM.



Fonte: Modificado de (ANA, 2011).

Como pode ser observado nessa figura, a lagoa Mundaú possui sua margem esquerda ocupada predominantemente pela área urbana de Maceió, com grande número de habitações subnormais em suas encostas. Embora praticamente toda urbanizada, nessa margem esquerda existem duas unidades de conservação, na forma de APPs: as Reservas do ICMBIO (MMA) e o Parque Municipal de Maceió. Já na margem direita, o uso do solo predominante é agrícola, com destaque para a cultura de coco e plantio de cana-de-açúcar, mas apresenta também áreas urbanas. Áreas de Proteção Ambiental (APAs) estão inseridas nas porções norte e sul da lagoa Mundaú, a saber, a APA Santa Rita (10.230 ha) e a APA do Catolé e Fernão Velho (5.415 ha), com remanescentes de matas Atlântica e ciliar, além de manguezais. Apesar disso, a ocupação urbana tem desencadeado intenso processo de degradação dos manguezais (SEMARHAL, 2014).

A lagoa Mundaú é a mais afetada pela urbanização, principalmente da cidade de Maceió (capital do estado com cerca de 900.000 habitantes) que apresenta deficiência quanto ao saneamento ambiental (IBGE, 2010). Entre as duas lagoas, Mundaú e Manguaba, na região dos tabuleiros, predominam as atividades industriais voltadas à produção de petróleo e gás, bem como o cultivo de cana-de-açúcar. Já a

área dos canais é caracterizada predominantemente por manguezais e campos de várzea, mas vem sofrendo um processo intenso de especulação imobiliária, com o crescimento do número de residências de veraneio. Nesta região, ainda destaca-se o Polo Cloroquímico de Alagoas (SILVA; SOUZA, 2009).

As principais atividades econômicas na lagoa Mundaú são o turismo e a pesca artesanal de camarões e peixes, bem como a captura de mexilhões, principalmente sururu (*Mytella falcatta*), o qual possui grande importância para a população de baixa renda dessa região (VILLELA, 1998).

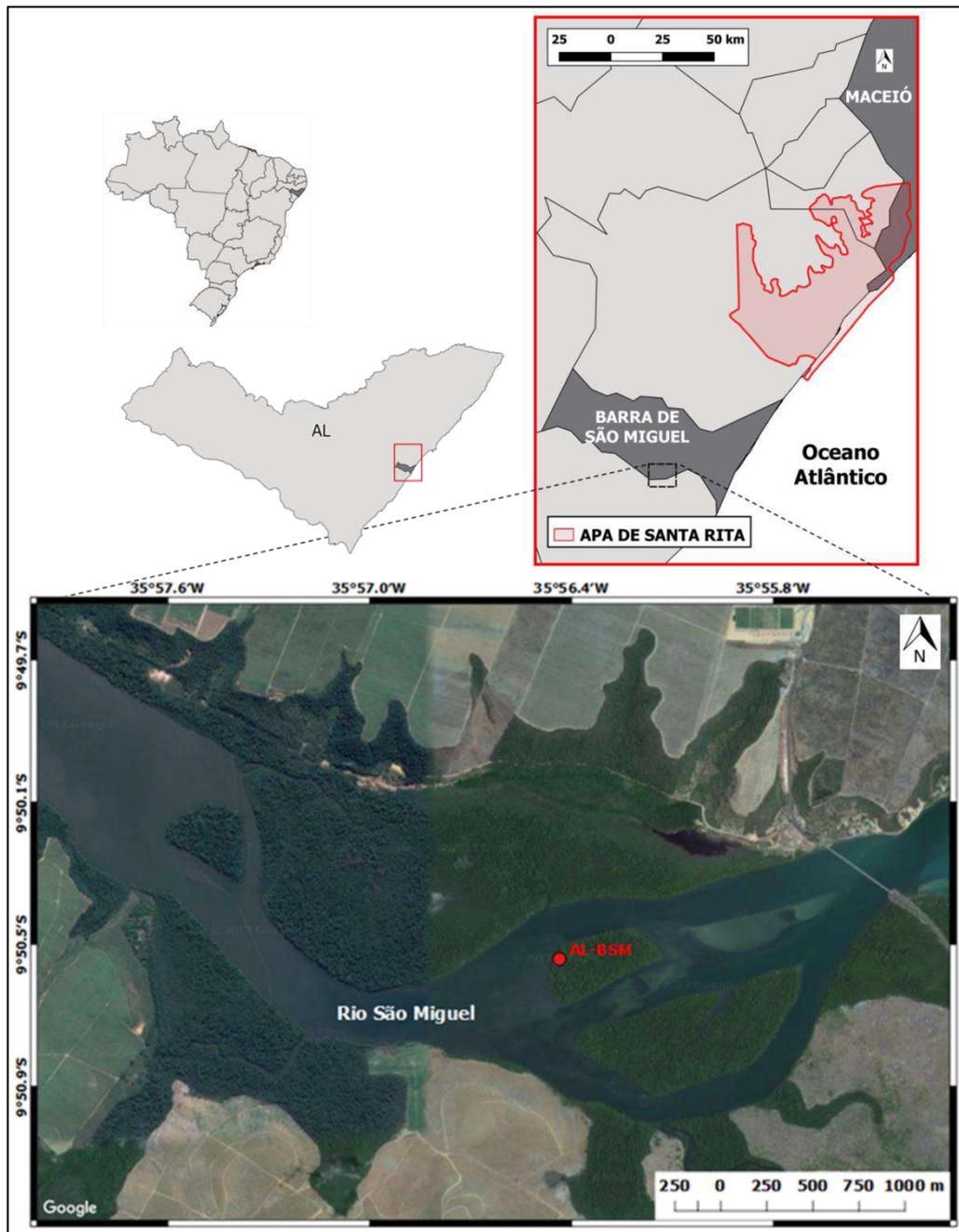
O povoado que deu origem a Maceió surgiu num engenho de açúcar. O desenvolvimento do povoado foi impulsionado pelo porto de Jaraguá sendo desmembrado da vila das Alagoas em 05 de dezembro de 1815, e elevado à categoria de vila de Maceió em 1821. A partir desta emancipação e sob resistência dos cidadãos ocorreu a transferência da capital do estado para Maceió em 1839, consolidando seu status administrativo e político, e o início da industrialização (IBGE, 2016).

A partir do século XX, ocorre uma maior ocupação demográfica no entorno da lagoa Mundaú, devido à construção da estrada de ferro no vale do rio Mundaú. A partir da década de 1970 ocorre então a expansão de Maceió com a implantação do pólo industrial (químico e cloroquímico), em conjunto com a expansão do setor sucro-alcooleiro na região (impulsionado pelo Pró-Álcool, programa brasileiro do álcool) o que intensifica o desmatamento da vegetação nativa. Com isso, inicia-se o processo de favelização nas margens da laguna, que acarreta um aumento significativo do lançamento direto de efluentes sanitários e industriais para o interior da lagoa (MMA, 2005; ANA, 2011).

### Barra de São Miguel

O município de Barra de São Miguel está localizado na mesorregião do leste alagoano, microrregião de Maceió, abrangendo uma área de 76 km<sup>2</sup>, a cerca de 32 km da capital do estado de Alagoas. Limita-se a norte com o município de Marechal Deodoro, a sul com Roteiro, a leste com o oceano Atlântico e a oeste com São Miguel dos Campos (Figura 18) (SEMARH/AL, 2014).

Figura 18: Localização da área de estudo no município de Barra de São Miguel.



Fonte: A autora, 2017.

Segundo a classificação de Köppen, o município apresenta um clima do tipo As', enquadrando-se como clima tropical úmido, com temperatura elevada durante todo o ano, com média anual de 26 °C. A estação chuvosa estende-se de abril a agosto e o período seco durante a primavera e o verão e índice pluviométrico médio anual de 1.600 mm. A umidade relativa do ar atinge um valor médio anual de 78 % aproximadamente (ARAUJO *et al.*, 2006).

Inserido nas bacias hidrográficas dos rios São Miguel e Niquim, o rio principal, que dá nome ao município, atravessa-o, no sentido NW-SE, e deságua na lagoa do Roteiro (a 7 km da foz) e forma o estuário da Barra de São Miguel. As marés desta área se enquadram no regime de mesomaré semidiurna, com amplitude entre 2 m e 4 m (VELLOZO; ALVES, 2006). Essa região estuarina é constituída por várias lagunas costeiras, campos de dunas, cordões litorâneos com vegetação de restinga e ilhas de manguezais (MASCARENHAS, 2005; VILAR *et al.*, 2012).

Com relação à cobertura vegetal, a vegetação primária vem sendo descaracterizada ao longo das últimas décadas para o desenvolvimento da monocultura, principalmente, desde a implantação do programa de governo PROÁLCOOL em 1975, o que favoreceu a expansão da área cultivada de cana-de-açúcar, com um conseqüente desmatamento das áreas de mata atlântica. Atualmente há poucas áreas remanescentes de vegetação nativa na região (3,6 % da área do município). Na planície litorânea desenvolve-se o cultivo intensivo de outra espécie não endêmica (*Cocos nucifera*), conhecida por coco da Bahia. A vegetação de restinga ocupa os campos de dunas e a região do pós-praia, enquanto que ao longo do estuário estão presentes extensas áreas de manguezais.

As florestas de mangue são compostas pelas espécies *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* e *Avicennia schaueriana*, as quais compõem a maior área de manguezal do estado de Alagoas, localizada na Reserva Ecológica de Manguezais da Lagoa do Roteiro. Esta reserva possui uma área de 742 ha e abrange os municípios de Roteiro e Barra de São Miguel (Figura 15) (SOUZA, 2010; SEMARH/AL, 2014). A espécie *Rhizophora mangle* predomina na região do baixo curso do rio São Miguel (a partir dos 100 m na região da foz), com altura média de  $4,15 \pm 5,47$  m. No entanto, há uma grande variabilidade quanto ao porte destes indivíduos, uma vez que há alguns que atingem a altura de 25 m (SOUZA, 2013).

A principal atividade econômica no município de Barra de São Miguel é o turismo, onde praticamente todos os seus recursos naturais são explorados,

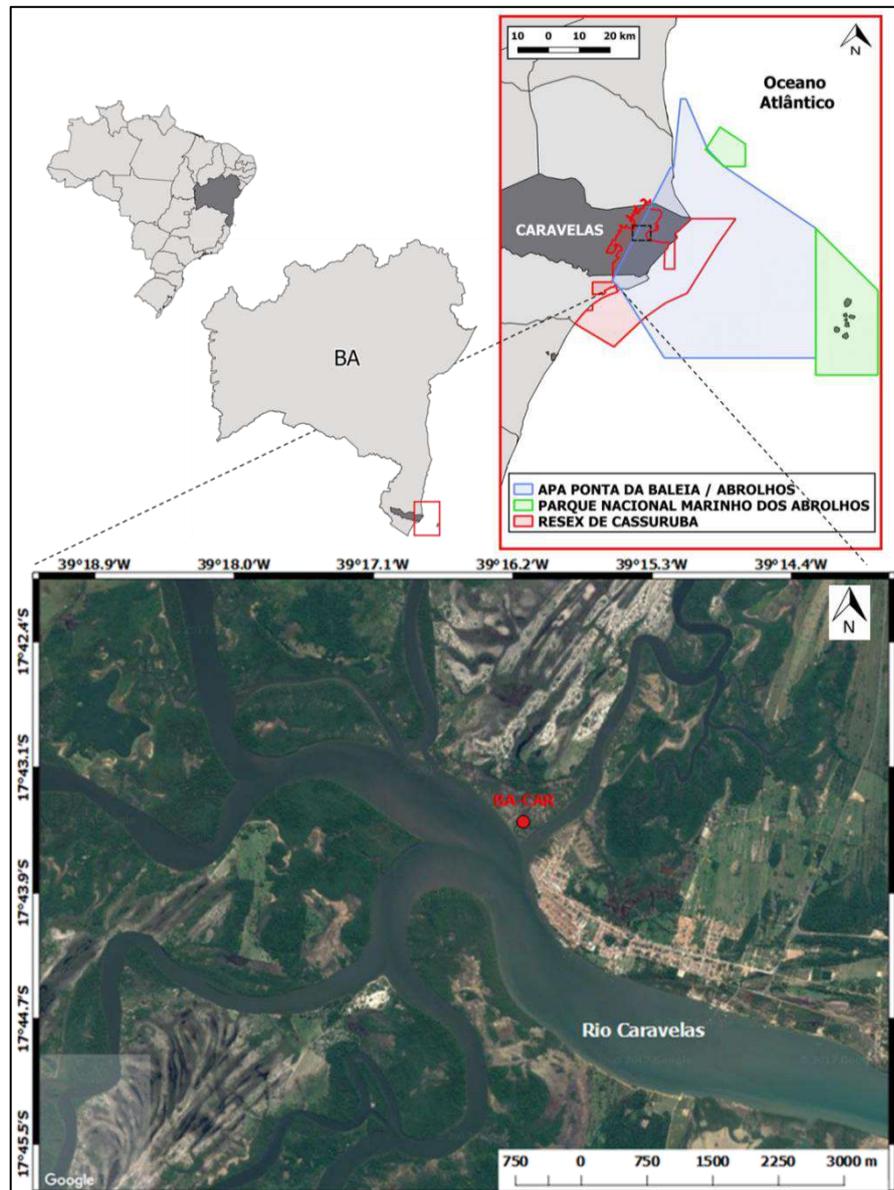
observando-se um número crescente de casas de veraneio. Fora da alta temporada turística (novembro a fevereiro), se destacam outras atividades, tais como a pesca, captura de crustáceos (caranguejo e siri) e moluscos (ostra principalmente) que reforçam a renda da população. A agropecuária ocupa uma posição secundária na economia da região, sendo as monoculturas de cana-de-açúcar e coco as mais importantes deste segmento (SOUZA, 2010; SEMARH, 2014).

O território do município de Barra de São Miguel, descoberto por Américo Vespúcio no ano de 1501, era anteriormente ocupado pelos índios Caetés, que praticavam antropofagia. Posteriormente, como núcleo de pescadores, a região ficou conhecida pela instalação de estaleiros para a fabricação de embarcações. No início do século XVII, além das práticas de subsistência (cultura de mandioca, caça e pesca), foram introduzidas novas práticas econômicas, como o cultivo de tabaco, a exploração de madeira, a cultura da cana-de-açúcar e a pecuária. Foi elevado à categoria de município em 1963 ao se desmembrar do território municipal de São Miguel dos Campos (LIMA JUNIOR, 1970). Em meados do século passado, ocorreu a expansão das áreas pela cultura de cana-de-açúcar, em decorrência da implementação do programa governamental PROÁLCOOL, o qual incentivou e modernizou a indústria sucroalcooleira na região. Desde 1980 o município tem experimentado uma considerável expansão urbana, crescente até os dias atuais (SEMARH, 2014).

### 2.2.3. Bahia – Caravelas (BA-CAR)

O município de Caravelas está localizado no extremo sul do estado da Bahia, Costa Leste Brasileira, pertencente à Microrregião Porto Seguro e ocupa uma área de 2.396 km<sup>2</sup>. Limitando-se ao norte pelos municípios Medeiros Neto, Teixeira de Freitas e Alcobaça, ao sul por Ibirapuã e Nova Viçosa, a oeste por Lajedão e a leste pelo oceano Atlântico (Figura 19). Este município se distancia 721 Km de Salvador, capital do estado (IBGE, 2016).

Figura 19: Localização da área de estudo no município de Caravelas.



Fonte: A autora, 2017.

Segundo a classificação de Köppen, o clima na região pode ser classificado como Af, ou seja, tropical úmido, com precipitação do mês mais seco superior a 60 mm e média anual de 1389 mm. A temperatura média anual é de 24,5°C, com variação inferior a 5°C. A umidade relativa do ar, média anual, fica em torno de 81,5% (SOBRINHO, 2008).

O estuário de Caravelas é caracterizado como dominado por maré e bem misturado, governado por águas costeiras. Oito rios principais deságuam neste estuário, rio Caravelas, Macaco, Massangano, Jaburuna, Cupido, do Poço, do Largo, Caribê e Peroba (LEIPE *et al.*, 1999). As marés na região são semidiurnas e o regime é de micromarés, com amplitude máxima de 2,3 m durante sizígia e a mínima de 0,5 m na quadratura (LEÃO; DOMINGUEZ, 2000; SCHETTINI; MIRANDA, 2010).

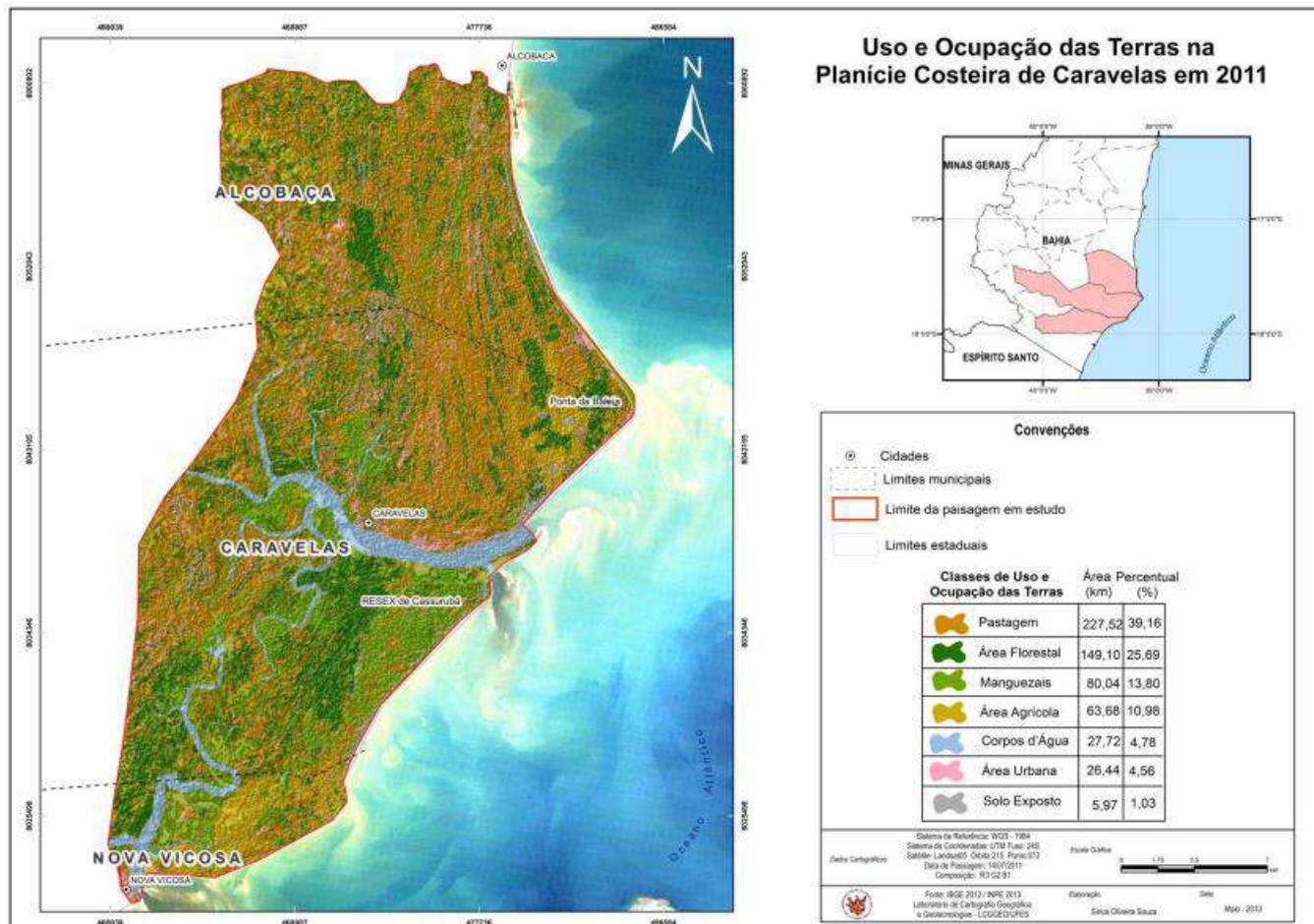
A cobertura vegetal do município apresenta apenas áreas remanescentes de florestas terrestres da Mata Atlântica devido à substituição deste bioma por pastagens, silvicultura, sobretudo eucalipto e lavouras de ciclos curtos. As áreas de influências marinhas são ocupadas por vegetação do tipo restinga e mangues, as quais se encontram ainda bem conservadas, embora tenham sido pontualmente alteradas segundo DOMINGUEZ (2008).

O extenso manguezal de Caravelas em conjunto com Nova Viçosa compreende uma área estimada em 19.000 hectares de manguezais, com 36.000 hectares de ecossistemas associados. A composição de espécies de mangue é fortemente organizada segundo padrões de zonação intertidais e estuarinos, com domínio de *Rhizophora mangle* nas zonas com maior frequência de inundação pelas marés e *Avicennia schaueriana* nas áreas com maior influência salina (SOARES *et al.*, 2008). Este ecossistema compõe a Reserva Extrativista de Cassurubá, a qual visa proteger os meios de vida e a cultura das populações extrativistas tradicionais, cuja subsistência baseia-se no manejo sustentável dos recursos naturais dos manguezais, restingas, rios, estuários e área marinha rasa da Ilha de Cassurubá e seu entorno.

Em Caravelas, além de estarem presentes ecossistemas como manguezais, restingas e brejos, localiza-se na zona costeira adjacente, entre 20 e 70 km da linha de costa, o Complexo Recifal dos Abrolhos, o maior do oceano Atlântico Sul Ocidental, com 60,000 km<sup>2</sup> (Figura 20). Este Complexo concentra a maior biodiversidade marinha do Atlântico Sul e possui grande importância ecológica, econômica e social. Parte deste Complexo se encontra protegida pelo Parque Nacional Marinho de Abrolhos (ANDRADE; DOMINGUEZ, 2002; LEÃO *et al.*, 2003).

Nas últimas três décadas, a evolução do uso e da ocupação da terra, segundo SOUZA (2015), se dá de forma desordenada, com gradativa expansão das áreas agrícola (principalmente eucalipto), urbana e de pastagem, com diferentes tendências. Paralelamente, há uma redução das áreas ocupadas pelos corpos d'água e pelos manguezais e brejos, enquanto que se percebe um crescimento das áreas florestais, sobretudo de Restinga.

Figura 20: Mapa de uso e ocupação da planície costeira de Caravelas



Fonte: SILVA, 2015.

As principais atividades econômicas da região de Caravelas são agropecuária extensiva, pesca, extração de madeira, exploração florestal indústria de papel e celulose e turismo. Embora as atividades tradicionais (pecuária, pesca e agricultura de subsistência) desempenhem um papel importante na estrutura econômica local e agreguem um importante número de habitantes, a exploração florestal constitui o vetor mais dinâmico da economia regional e o principal responsável pelas recentes transformações ambientais e socioprodutivas. Aliados a esta última atividade,

embora em menor escala, estão os processos de mecanização nos cultivos de café e mamão e a adoção de sistemas intensivos na bovinocultura. Atualmente, o município é um ponto turístico de embarque para o arquipélago de Abrolhos (SOUZA, 2013).

O território de Caravelas pertenceu inicialmente à Capitania de Porto Seguro, foi nomeado em 1581. Em 1700 o município de Caravelas foi criado e passou em 1854 à categoria de cidade. Somente a partir do século XX, esta região passa a apresentar um significativo desenvolvimento demográfico e socioeconômico, quando passou a desenvolver a cultura do cacau (*Theobroma cacao*), no entanto, pouco importante em relação a outras regiões econômicas do estado da Bahia (IBGE, 2016). Desde a década de 1950, a região vem sofrendo, de forma cada vez mais intensa, uma sucessão de pressões ambientais de natureza antrópica. A partir desta década, com a expansão da pecuária e da exploração madeireira, desencadeou-se um processo de interiorização da ocupação do espaço, o que dinamizou gradativamente a vida econômica, com a intensificação do povoamento de áreas até então pouco habitadas e/ou com ausência de atividades produtivas (SOUZA, 2013).

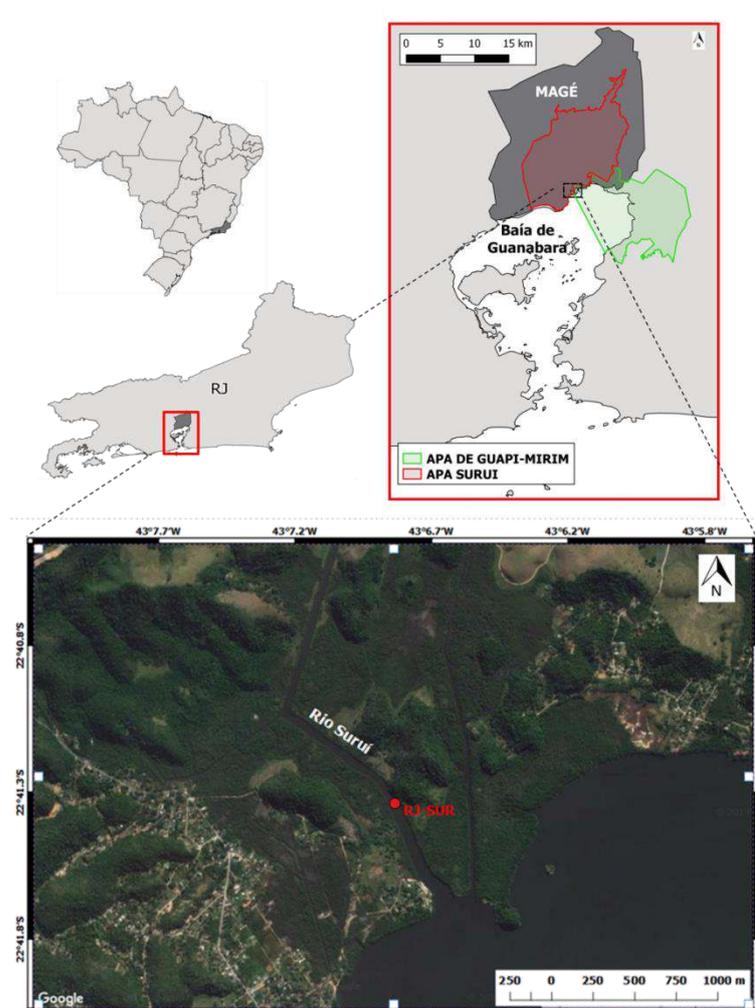
Na década de 70, os processos de ocupação, de integração econômica e de consolidação do modo de produção capitalista intensificam-se na região da planície costeira de Caravelas, tendo como fator determinante a desativação da Estrada de Ferro Bahia–Minas, perdendo importância demográfica e econômica. Posteriormente, com a inauguração do respectivo trecho da rodovia federal BR- 101 em 1973, contribuindo para o fim do isolamento econômico e físico, impulsionou a formação de uma nova configuração do espaço regional e uma série de transformações ambientais, sociais e demográficas. Além disso, desenvolveu-se neste período um ciclo madeireiro incentivado pelo governo federal para as atividades de reflorestamento, sobretudo a silvicultura de eucalipto, que aliado ao avanço da pecuária na região, intensificou a destruição da Mata Atlântica (anos de 1980) (SOUZA; MENDONÇA).

## 2.3 Região Sudeste

### 2.3.1 Rio de Janeiro – Magé/Suruí (RJ-SUR)

O Município de Magé, onde está inserido o distrito de Suruí, situa-se na Região Metropolitana do Rio de Janeiro a cerca de 50 km da capital, Rio de Janeiro. Abrange uma área de 388,5 km<sup>2</sup> e está limitado a norte pelo município de Petrópolis, a oeste por Duque de Caxias, a leste por Guapimirim e a sul pela Baía de Guanabara. O território do distrito Suruí localiza-se ao fundo da Baía de Guanabara (Figura 21), totalmente inserido em sua bacia hidrográfica (IBGE, 2016).

Figura 21: Localização da área de estudo no município de Magé.



Fonte: A autora, 2017.

A região apresenta clima tropical úmido do tipo Aw, segundo classificação de Köppen, com temperatura média anual de 23,7 °C, e meses secos entre junho e agosto e alto índice pluviométrico anual (1155 a 2396 mm). A umidade relativa do ar apresenta índices em torno de 70% (ECOLOGUS-AGRAR, 2003).

A bacia hidrográfica do rio Suruí, abrange uma área de 62 km<sup>2</sup>, e tem ao longo de sua extensão o maior curso com 17 km. Em alguns dos seus trechos marcam o limite oriental da APA de Guapimirim, localizada na porção nordeste da Baía de Guanabara. A região possui um regime de micromarés, com amplitude média de 0,7 m (QUARESMA, 1997).

A região do rio Suruí sofreu uma supressão de praticamente toda sua vegetação correspondente aos ecossistemas de terras baixas de floresta ombrófila densa. Atualmente esta vegetação praticamente inexistente e corresponde a apenas 0,16 % do distrito. Campos e pastagens, bem como vegetação secundária, ocupam cerca de 11 e 23 %, respectivamente. O território municipal apresenta 26 % de sua área total ocupada por encostas degradadas e 17 % constituída por florestas de mangue conservadas. Além disso, várzeas e áreas inundadas representam 12 % da superfície (EGLER *et al*, 2003).

A área remanescente atual de manguezais da Baía de Guanabara é aproximadamente 31 % da cobertura original (80 km<sup>2</sup>). Este ecossistema se encontra majoritariamente na APA de Guapimirim e ESEC Guanabara e municípios próximos como Duque de Caxias e Magé (AMADOR, 1997), onde se localiza o ponto de amostragem nessa região.

Entre as causas desta redução das áreas colonizadas por florestas de mangue na baía de Guanabara estão: desmatamento, assoreamento, poluição dos rios, depósitos de lixo irregulares, aterros clandestinos e ocorrência de espécies invasoras (*Hibiscus pernambucensis* e *Acrostichum aureum*) que inibem o crescimento e regeneração das espécies de mangue (AMADOR, 1997).

Porém, como a região do rio Suruí está localizada próxima a APA de Guapimirim, esse manguezal sofre menor influência da região industrial da baía de Guanabara (porção noroeste), exceto por distúrbios crônicos e acidentes pontuais (FARIAS *et al*. 2008).

Em janeiro de 2000, na região da Refinaria Duque de Caxias, ocorreu um derrame de 1.292.000 litros óleo (tipo MF380 - óleo combustível marinho) num período de maré de sizígia, resultando num impacto sobre as áreas de manguezal do fundo da baía de Guanabara. Uma das áreas de manguezais mais atingida pelo óleo foram àquelas localizadas no município de Magé, na desembocadura do rio Suruí, onde ocorreu a mortandade de grande quantidade de árvores de mangue (SOARES *et al.* 2006). O manguezal de Suruí era dominado pelas espécies *Avicennia schaueriana* e *Laguncularia racemosa*, com altura média das árvores de  $6,0 \pm 3,1$  m (SOARES *et al.*, 2003; SOARES *et al.*, 2006).

Atualmente, a economia do município de Magé está baseada nas indústrias têxtil e de construção, no comércio varejista, na agricultura (frutas), na pesca e na pecuária (bovinos), com destaque para as áreas de serviços e industrial (ACIAMA, 2016).

O município de Magé foi um dos primeiros a serem fundados no Brasil, originário do povoado de Magepimirim, fundado em 1566, transformado em Freguesia em 1696, passando a categoria de Vila em 1789 e sendo reconhecido como cidade em 1857 (IBGE, 2016). A ocupação do território de Magé foi marcada pelos principais ciclos econômicos de desenvolvimento da história do Brasil: o da cana-de-açúcar no século 16; o do ouro nas Minas Gerais, no século 17; o do café no Vale do Paraíba, no final do século 18; e a introdução da indústria têxtil, no final do século 19 e princípio do século 20. A participação do município nesses ciclos se deu em função de sua posição geográfica privilegiada, como parte importante das rotas comerciais (AMADOR, 2013).

A expansão populacional no município apresentou seu ápice entre as décadas de 60 e 70, período correspondente ao de intensa migração para o sudeste brasileiro, tendendo à estabilização a partir da década de 90. O crescimento populacional se deu sem o acompanhamento da oferta de infraestrutura urbana. Em consequência desta ocupação desordenada, áreas de atividades agrícolas e zonas urbanas estão presentes ao longo de toda a APA de Guapimirim, compostas na sua maioria por pequenos núcleos - colônias de pescadores. (AMADOR, 1997; IBGE, 2016).

## 2.4 Região Sul

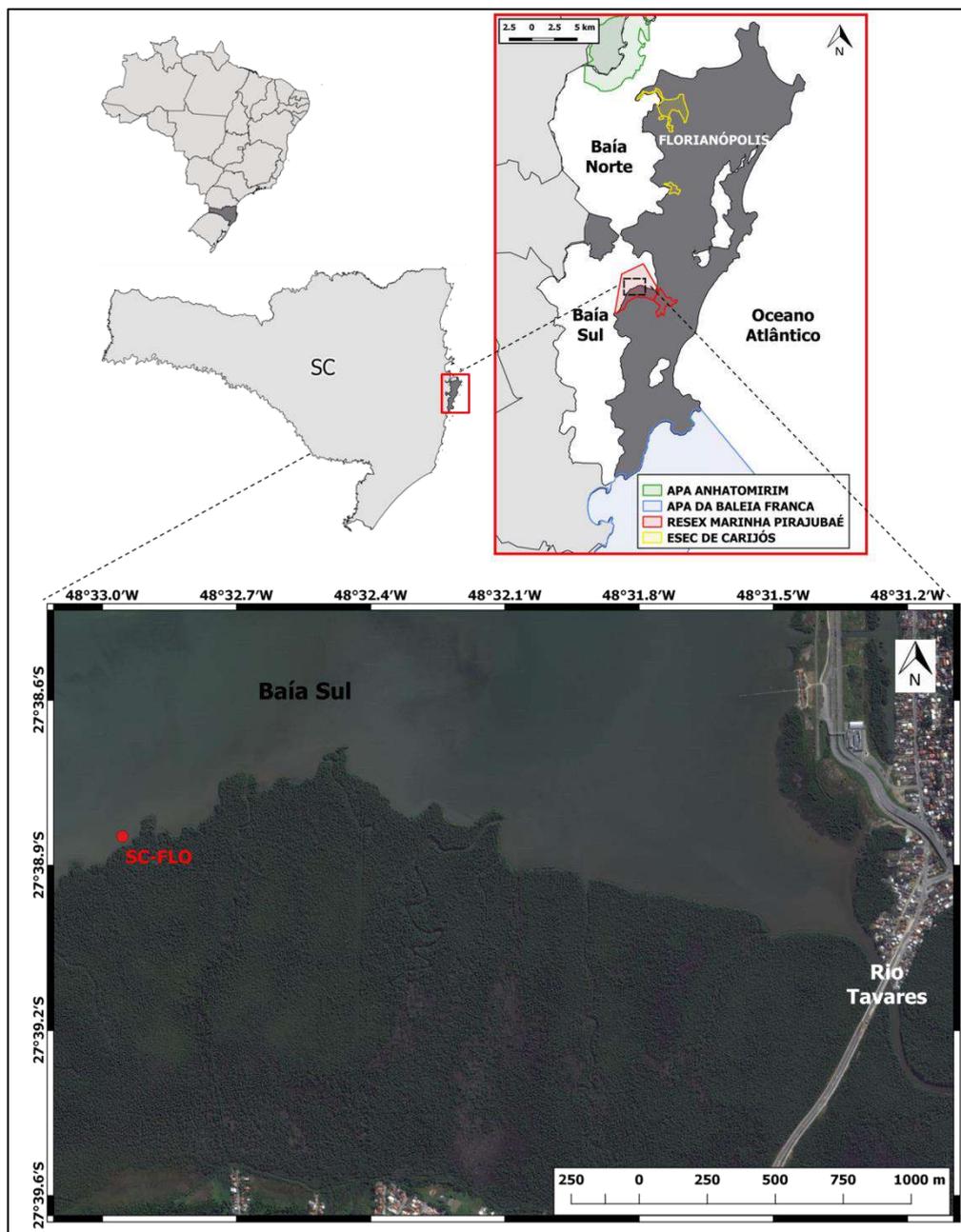
### 2.4.1 Santa Catarina– Florianópolis (SC-FLO)

O município de Florianópolis, capital do estado de Santa Catarina, possui a maior parte de seu território (97 %) na Ilha de Santa Catarina e a porção continental (12,1 Km<sup>2</sup>) limita-se a oeste com o município de São José. Esta ilha possui um formato alongado (424,4 Km<sup>2</sup>) no sentido norte-sul, banhada pelo oceano Atlântico, a norte pela baía norte e a sul pela baía sul (Figura 22) (HORN FILHO, 1999).

O clima de Florianópolis, segundo a classificação de Köppen é subtropical úmido do tipo Cfa com temperatura média anual de 20,3°C, caracterizado por quatro estações bem definidas, sendo fevereiro e julho os meses mais quente e frio, respectivamente. A precipitação média anual é de 1462 mm e a umidade relativa do ar em torno de 80 % (WREGE *et al.*, 2011).

A hidrografia do município de Florianópolis caracteriza-se por bacias, lagoas, rios e córregos normalmente de pequenas extensões que deságuam diretamente nas baías Norte e Sul, e no oceano Atlântico. As principais bacias hidrográficas são as dos rios Ratonés (80 km<sup>2</sup>), Tavares (33 km<sup>2</sup>), Itacorubi (27 km<sup>2</sup>), Saco Grande (17 km<sup>2</sup>) e Capivari (12 km<sup>2</sup>) (GUEDES JÚNIOR, 2005).

Figura 22: Localização da área de estudo no município de Florianópolis.



Fonte: A autora, 2017.

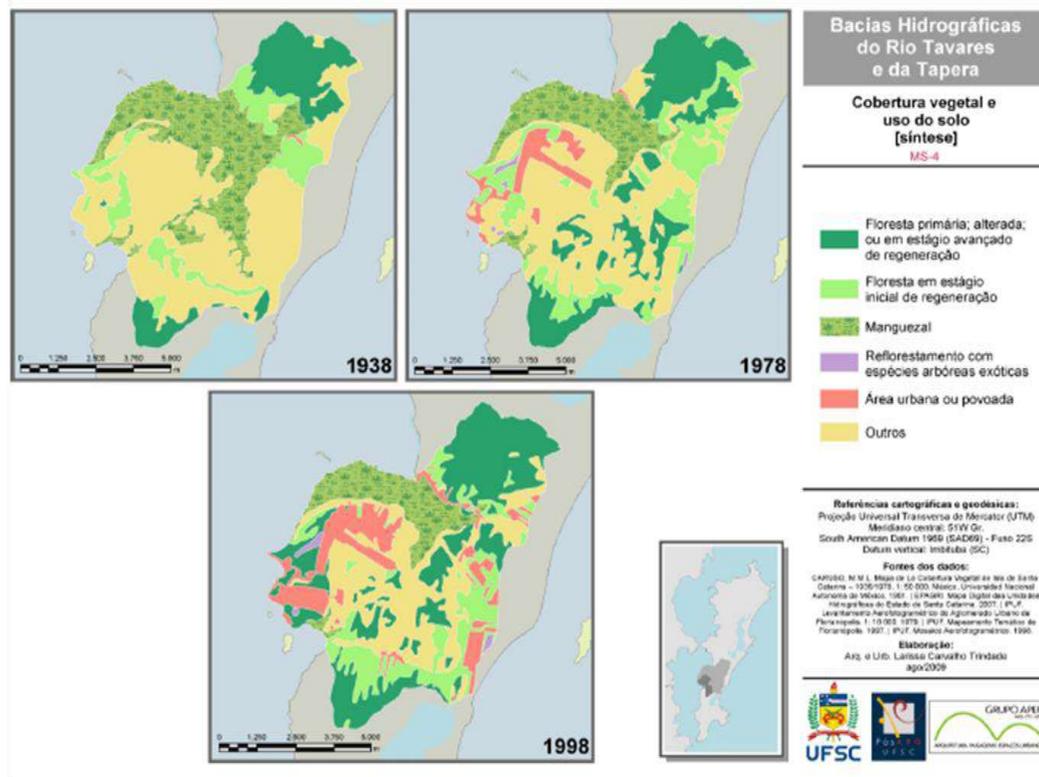
A bacia hidrográfica do rio Tavares está localizada na porção centro-oeste da Ilha de Santa Catarina. Os seus principais tributários nascem em elevações rochosas, ao norte com o rio Tavares e ao sul com o Ribeirão da Fazenda, os quais após se unirem dentro do manguezal, percorrem mais de 2 km até atingir o oceano,

ao desaguar na Baía Sul. No estuário desse rio, as marés são do tipo micromarés, com regime semidiurno e amplitudes máximas de 1,4 m (ARAUJO,1993).

A cobertura vegetal do município de Florianópolis é composta por floresta ombrófila densa, vegetação litorânea, incluindo as florestas de mangue, a vegetação de restingas e marismas, as colônias rupestres dos costões, bem como a vegetação secundária ou de reflorestamento. Na ilha de Florianópolis, os manguezais só existem na face oeste, voltada para o continente, nas desembocaduras dos rios Ratoes, Tavares e Itacorubi (TABACOW, 2002; GUEDES JÚNIOR, 2005).

O manguezal do rio Tavares, com área de 747 ha, é colonizado pelas espécies de mangue *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* e *Avicennia schaueriana*, com um domínio desta última. Ao longo do manguezal são encontradas vegetações associadas de menor porte (*Hibiscus pernambucensis*) e faixas de *Spartina alterniflora* nas margens. A bacia do rio Tavares tem importância fundamental na preservação desse manguezal, que compõe a Reserva Extrativista de Pirajubaé, a qual também abrange um conjunto de bancos de areia e lama, denominado Baixio da Tipitinga, com ocorrência do molusco berbigão (*Anomalocardia brasiliiana*) e de camarão. A principal atividade exercida na reserva é o manejo sustentado do berbigão, cujo estoque estava sendo ameaçado pela extração desordenada (SOUZA *et al.*, 1994; OLIVEIRA; TOGNELLA, 2014; PEZZUTO; SOUZA, 2015). A figura 23 apresenta a evolução temporal da ocupação da bacia hidrográfica do rio Tavares.

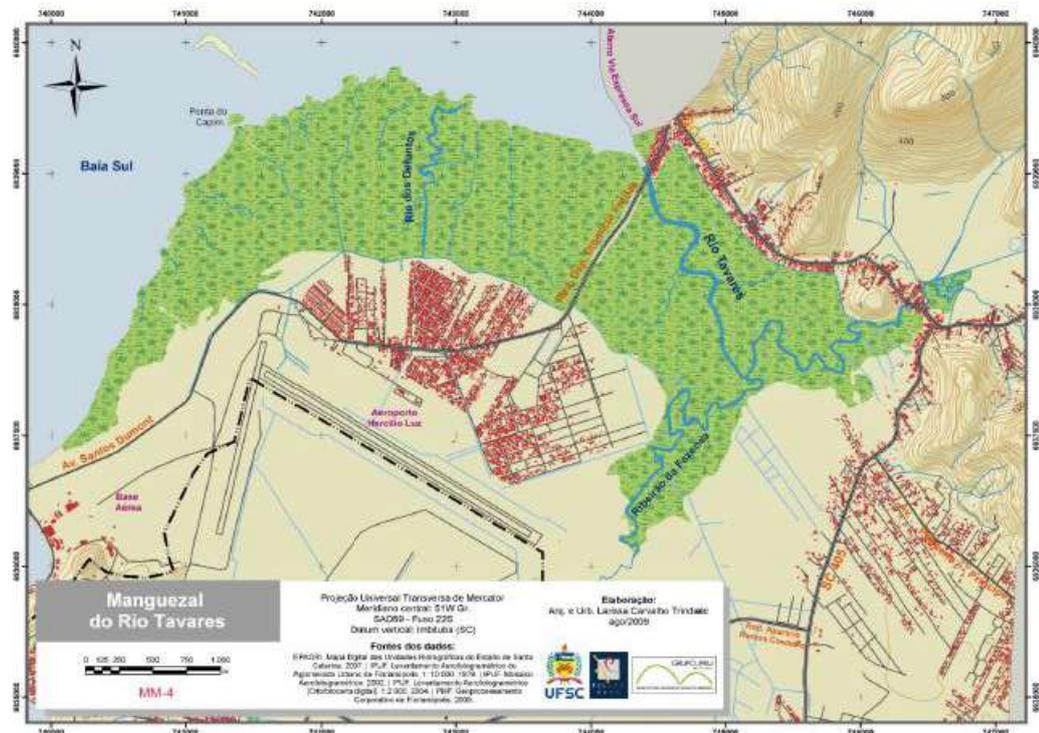
Figura 23 - Evolução temporal da ocupação da região da baía Sul da Ilha.



Fonte: (TRINDADE, 2009)

As principais alterações no manguezal do rio Tavares decorrem da construção das rodovias SC-405 e da SC-401. O ecossistema é cortado quase que ao meio pela rodovia SC-401 (Figura 24), em processo recente de duplicação, a qual dá acesso ao aeroporto de Florianópolis, Hercílio Luz. Estas obras atraíram ocupação urbana para o entorno do manguezal, inclusive sobre sua vegetação de transição. Como tentativa de conter a expansão urbana, foram criadas valas de drenagem no limite Sul do manguezal (ELLER *et al*, 2013).

Figura 24 - Rodovias SC-401 (Deputado Diomício Freitas) no manguezal do rio Tavares.



Fonte: (TRINDADE, 2009)

A economia de Florianópolis se concentra em cinco setores principais, a saber: construção civil, comércio, serviços, indústrias de tecnologia e turismo. No entanto, no litoral pesca e turismo são as atividades que mais se destacam, e nas proximidades do manguezal está presente o extrativismo artesanal do berbigão na Reserva Extrativista de Pirajubaé, por parte de populações tradicionais (SEBRAE/SC, 2010).

Os índios Carijós foram os primeiros habitantes da Ilha de Santa Catarina com práticas de caça, pesca, coleta de moluscos e cultivo de mandioca e milho. Em 1673, se inicia a ocupação da ilha através de bandeirantes que fundam Florianópolis, mas com a denominação de Nossa Senhora do Desterro, sendo elevada à categoria de vila em 1726. Durante o século XIX, a atividade portuária e o comércio tiveram grande importância para a economia e crescimento de Desterro, elevada à condição de cidade em 1823. A ilha se consolidou como ancoradouro e ponto de abastecimento de navios, visto sua posição estratégica. Havia, então, uma nítida divisão econômico-produtiva, na qual os núcleos habitacionais do interior dedicavam-se à produção agrária e à pesca e o centro concentrava as atividades

administrativas e comerciais. No início do século XX, entretanto, houve uma grande alteração socioeconômica, devido à estagnação da agricultura e ao declínio do porto, com a progressiva substituição da navegação pelo transporte rodoviário no país. Rebatizada como Florianópolis, em 1894, a cidade avança quanto sua estruturação urbana e regional com a construção da Ponte Hercílio Luz, inaugurada em 1926 (CECA, 1997; REIS, 2002).

Nas décadas de 1940 a 1960, houve um grande crescimento urbano favorecido pelo desenvolvimento da construção civil, atraindo moradores da zona rural que, por sua vez, expandiram os bairros de baixa renda da cidade. A facilitação dos acessos aliada às demais políticas públicas deu origem a outro ciclo econômico nos anos 1970: a atividade turística, consolidada nas duas décadas seguintes. Com o turismo a cidade passou a se expandir em direção às antigas freguesias, imprimindo características urbanas em grande parte do território insular, que permanecem em franco crescimento até os dias atuais (REIS, 2002; PELUSO JÚNIOR, 1990)

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Não existem métodos fáceis para resolver problemas difíceis.

(René Descartes)

Visto a complexidade envolvida na aquisição das amostras e na geração dos resultados, a minuciosidade instrumental de todas as análises envolvidas, optou-se construir este capítulo para apresentar, para fins de consultas futuras, uma descrição detalhada de todos os procedimentos analíticos e a compilação dos dados socioeconômicos envolvidos neste estudo. Isto é devido à formatação reduzida requerida para os próximos capítulos, uma vez que estes foram escritos no formato de artigos científicos.

Os métodos que serão aqui descritos incluem desde a amostragem dos sedimentos de manguezais brasileiros (realizada em conjunto com o Núcleo de Estudos em Manguezais - NEMA) até as análises geoquímicas realizadas em laboratório (Laboratório de Geoquímica Orgânica Marinha - LAGOM) e, ainda, detalha-se como se realizou a datação dos testemunhos de sedimento (realizada em parceria com o Laboratório de Radioecologia e Mudanças Globais - LARAMG). Ao final deste capítulo há um breve resumo dos indicadores socioeconômicos que foram utilizados e como foram obtidos estes dados.

#### **3.1. Amostragem de sedimentos superficiais e testemunhos de sedimento nos manguezais da costa brasileira.**

Para o estudo foram selecionadas 8 áreas de manguezal ao longo da costa brasileira, representativas das quatro regiões geográficas litorâneas. O critério de escolha se deu pela inclusão de manguezais que apresentam características prístinas e áreas próximas a grandes centros urbanos, a fim de abranger diferentes estágios de contaminação da costa brasileira e ter uma ideia representativa da variação latitudinal (regional) e local da contaminação atual e do processo histórico de contaminação dos manguezais brasileiros. Todas as estações de amostragem

foram delimitadas em florestas do tipo fisiográfico caracterizado como Franja, segundo classificação proposta por LUGO;SNEDAKER (1974).

A tabela 6 apresenta, em resumo, as áreas e o período de amostragem para este estudo.

Tabela 6: Locais e datas de amostragem dos testemunhos de sedimento de manguezais da costa brasileira propostos neste estudo.

Região	Estado	Município	Data de Amostragem
N	Pará (PA)	São Caetano de Odivelas	30/03 a 02/04/2013
NE	Rio Grande do Norte (RN)	Extremoz	16/03 a 19/03/2013
NE	Rio Grande do Norte (RN)	Natal	28/11 a 02/12/2013
NE	Alagoas (AL)	Barra de São Miguel	18/08 a 22/08/2013
NE	Alagoas (AL)	Maceió (Lagoa Mundaú)	23/10 a 27/10/2013
NE	Bahia (BA)	Caravelas	26/09 a 29/09/2013
SE	Rio de Janeiro (RJ)	Magé/Suruí	25/04/2014
S	Santa Catarina (SC)	Florianópolis	20/05 a 24/05/2013

### 3.1.1. Sedimento superficial

Foram obtidas 5 subamostras de sedimento superficial em cada região estudada. Foram coletadas amostras em 5 pontos diferentes em uma área de 10 x 10 m (quatro subamostras nos vértices e uma no centro da área), os quais, uma vez misturados formaram uma amostra composta. O sedimento foi coletado com auxílio de um amostrador cilíndrico em aço inox, (diâmetro de 8 cm e 2 cm de altura) e uma espátula em aço inox, previamente descontaminados com solvente orgânico. Durante a subamostragem, foram medidos o potenciais hidrogeniônico (pH) e redox (Eh) dos sedimentos superficiais do manguezais. Todas as amostras foram transportadas sob gelo até a chegada ao laboratório onde foram mantidas congeladas até as análises.

### 3.1.2. Testemunho de sedimentos

A amostragem dos testemunhos de sedimento se deu através de tubos de alumínio, de 7 cm de diâmetro e 1,20 m de comprimento, os quais foram enterrados com o auxílio de um pistão, conseguindo recuperar pelo menos 1 m de coluna sedimentar. Em cada estação foram coletados 2 testemunhos: um para a análise geocronológica (datação) e outro para a determinação dos compostos orgânicos e para a análise granulométrica.

Os testemunhos para a determinação dos marcadores moleculares e análise granulométrica, ainda em campo, foram extrudidos e seccionados, desde o topo, em intervalos de 2 cm até a profundidade de 20 cm. Após esta profundidade, as camadas foram seccionadas em intervalos de 5 cm até o final do testemunho. A medição dos valores de pH e Eh foi realizada em todas as camadas de sedimento, logo após serem seccionadas. Todas as amostras, foram mantidas sob gelo até a chegada ao laboratório, onde foram congeladas, permitindo a preservação de suas propriedades até as análises. Já nos testemunhos direcionados para a geocronologia, seguiu-se o seccionamento de camadas de 2 em 2 cm na totalidade do testemunho. As amostras provenientes dos testemunhos reservados à análise geocronológica foram armazenadas em recipientes de alumínio e, em laboratório, foram pesadas para obtenção de peso úmido. Posteriormente, foram acondicionadas em estufa a 60 °C, e quando secas, foram pesadas sucessivamente até chegar a peso constante.

## 3.2 **Análises Físico-Químicas - Potencial hidrogeniônico (pH) e Potencial Redox (Eh)**

As propriedades físico-químicas e granulométricas podem influenciar no tipo e na quantidade de matéria orgânica acumulada. Portanto, para caracterizar-se minimamente as condições às quais a matéria orgânica presente no sedimento dos manguezais estudados está submetida, foram realizadas medidas de pH e Eh.

Os valores de pH foram determinados através de medidor de pH Orion® modelo 250A (acurácia de  $\pm 0,02$ ) equipado com eletrodo de vidro previamente

calibrado com soluções tampões (4,0; 7,0; e 10,0 da Orion®). Já o Eh (em mV) foi medido com o mesmo instrumento, através da leitura potenciométrica, entretanto utilizou-se um eletrodo de referência Ag/AgCl, cuja calibração foi realizada com uma solução de 0,100 mol L<sup>-1</sup> de Fe(II)/Fe(III), que corresponde a um potencial padrão a 25°C de + 475 mV. Todos os valores de potencial redox foram corrigidos para o eletrodo padrão de hidrogênio (Eh) somando-se à leitura do equipamento 270 mV (LIGHT, 1972).

### 3.3 Análises Geoquímicas

A fim de auxiliar na interpretação dos resultados dos indicadores geoquímicos (marcadores moleculares), buscou-se determinar também o teor de finos dos sedimentos de manguezal, bem como a composição elementar da matéria orgânica através da determinação do carbono orgânico (COT) e do nitrogênio total (NT), bem como o cálculo da razão elementar entre eles (Razão C/N).

#### 3.3.1. Análise Granulométrica (Teor de finos - Silte + Argila)

A caracterização granulométrica do sedimento é importante devido ao fato dos compostos orgânicos encontrarem-se preferencialmente adsorvidos ao sedimento de granulometria fina. A argila e o silte (grãos mais finos, com dimensão inferior a 0,062 mm), em função das suas elevadas relações área superficial/volume, tendem a ser bons sítios de adsorção de matéria orgânica (MATER *et al.*, 2004).

Neste estudo, a análise granulométrica se restringiu à determinação do teor de finos (silte e argila) e foi realizada de acordo com o método descrito por SUGUIO (1973) e FRIEDMAN; JOHNSON (1982), cuja análise consiste no peneiramento úmido do sedimento após remoção de sais, matéria orgânica e carbonatos, numa malha de 0,062 mm (4φ), como descrita a seguir.

Cerca de 10 g de sedimento homogeneizado foram 3 vezes submetidos a sucessivas lavagens com água destilada para a retirada dos sais do sedimento, com intervalo de 24h entre cada lavagem para decantação completa do sedimento. Após

a decantação, retirou-se a água com os sais dissolvidos cuidadosamente, através do processo de sifonação.

Após a remoção dos sais, as amostras foram secas em estufa a 60°C e tratadas com peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) para a eliminação da matéria orgânica presente no sedimento. Para tal, adicionou-se cerca de 15 mL de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, lentamente, na amostra até cessar a reação (parar de espumar). Este procedimento foi feito em placa aquecedora (40°C, TECNAL-TE140), a fim de acelerar o processo de conversão da matéria orgânica. Posteriormente, foram feitas mais três lavagens com água destilada conforme descrito anteriormente, e a amostra foi novamente seca em estufa (60°C).

O carbonato no sedimento é representado principalmente por resquícios de conchas e carapaças dos organismos (CaCO<sub>3</sub>). O mesmo foi eliminado a partir do tratamento das amostras com 100 mL de solução de ácido clorídrico (HCl 50 %). Após 24h, as amostras acidificadas foram submetidas desta vez a cinco lavagens com água destilada, com subsequente secagem em estufa (60°C) e obtenção do peso constante (P1).

Ao final do tratamento preliminar, a amostra foi peneirada com o auxílio de água destilada numa peneira com malha de 0,062 mm. As frações com granulometria superior a 0,062 mm ficaram retidas na peneira, enquanto que o material que passa (silte + argila) é recolhido e seco em estufa (60°C), para a obtenção do peso final (P2).

O percentual de finos (silte + argila) foi calculado através da razão do peso final (P2) pelo peso inicial (P1), peso da amostra sem matéria orgânica e carbonatos, ou seja, após os ataques químicos.

### 3.3.2 Determinação de carbono orgânico (COT) e nitrogênio total (NT)

A determinação dos teores de COT e NT nos sedimentos foi realizada em um Analisador Elementar Flash 2000 (Organic elemental analyzer - Thermo Scientific) pelo método de combustão a seco (HEDGES & STERN, 1984), após remoção do carbonato com ácido clorídrico (50 %). O método consiste na combustão do material

à temperatura de 1000 °C sob atmosfera de oxigênio puro, sendo os gases gerados (CO<sub>2</sub> e N<sub>2</sub>) carreados por um gás inerte (He ultrapuro) e analisados por condutividade térmica para a determinação do carbono e nitrogênio.

Para tal, as camadas sedimentares, foram secas em estufa a 60 °C, homogeneizadas e maceradas manualmente. Uma alíquota de cerca de 0,5 g de sedimento seco foi pesada em tubos do tipo Falcon®. A fração de carbono inorgânico dos sedimentos foi eliminada através de ataque ácido (HCl 50 %), sob pH controlado (cerca de 2) por um período de 20 h em mesa agitadora (TECNAL-TE140). O excesso de ácido foi removido por lavagens sucessivas com água destilada, separando-se a solução do sedimento por centrifugação (3.000 rpm por 5 min – centrífuga/DAIKI 80-2B). Após esta etapa, as amostras foram novamente secas a 60 °C até peso constante.

Por fim, cerca de 5 mg de sedimento seco e descarbonatado foram pesados diretamente em cápsulas de estanho, as quais foram posteriormente inseridas no analisador elementar.

A quantificação COT e NT foi feita com base em uma curva de calibração, utilizando-se como padrão a cistina (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>S<sub>2</sub>). O cálculo da concentração foi realizado automaticamente pelo instrumento, considerando a área do pico gerado para cada composto (CO<sub>2</sub> e N<sub>2</sub>O) e o fator de resposta de acordo com a calibração. Duplicatas eram realizadas a cada 10 amostras, bem como a passagem do padrão cistina (composição de 29,99 % de C e 11,66 % de N), para verificar a calibração do equipamento. A exatidão do método foi investigada com base na análise de material de referência NRCC – PACs-2 (Harbour Sediments), que possui 3,12% ± 0,23% de carbono total e 0,29 0,01% para nitrogênio.

O limite de detecção foi 0,07 mg g<sup>-1</sup> (0,007 %) para COT e 0,02 mg g<sup>-1</sup> (0,002 %) para NT, calculado com base nas determinações de cistina e considerando a massa de sedimento utilizada na análise. As concentrações finais foram corrigidas pelo teor de carbonato, obtido a partir da diferença entre o peso inicial, antes do processo de remoção do carbono inorgânico, e do peso final constante. Os valores foram expressos em percentual (%)

### 3.3.3. Determinação de Marcadores Moleculares (Hidrocarbonetos e Esteróis)

A determinação de marcadores moleculares foi realizada conforme o protocolo utilizado como rotina no Laboratório de Geoquímica Orgânica Marinha (LAGOM) da Faculdade de Oceanografia da UERJ, baseado em métodos da *United States Environment Protection Agency* (USEPA).

Toda a vidraria, antes de sua utilização, passou por lavagem com solução de detergente (Extran<sup>®</sup> 5 %), água da torneira e água destilada ou água Milli-Q<sup>®</sup>; secagem em estufa a 60°C; descontaminação em mufla (Jung<sup>®</sup>, modelo 7060) a 450°C durante 5h, e/ou descontaminação com o uso de solventes (acetona, diclorometano e n-hexano).

Os solventes utilizados nesse estudo foram: diclorometano (CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>), metanol (CH<sub>3</sub>OH), acetonitrila (CH<sub>3</sub>CN), e *n*-hexano (C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>). Todos os solventes foram da marca J.T.Baker<sup>®</sup>, com grau de pureza adequado para determinação de resíduos orgânicos (grau pesticida ou grau cromatográfico).

Os reagentes preparados neste estudo foram: *Sulfato de sódio anidro p.a* (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) da marca J.T.Baker<sup>®</sup>: descontaminado em mufla a 450 °C durante 8 h. Mantido em estufa a 200 °C e resfriado em dessecador antes de ser utilizado; *Sílica gel 60 (0,063 – 0,200 mm)* da marca Merck<sup>®</sup>: descontaminada em aparelho Soxhlet com 200 mL de diclorometano por 24 horas. Ativada em estufa a 200°C por 8 horas, desativada a 5 % (p/v) com adição de água ultra-pura (Mili- Q<sup>®</sup>) e mantida sob rotação por uma hora. A sílica gel foi então mantida em dessecador até sua utilização; *Alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)* da marca Merck<sup>®</sup>: descontaminada em mufla a 450°C durante 8 horas. Igualmente a sílica, a alumina foi ativada em estufa a 200°C por 8 horas, desativada a 2% (p/v ) com adição de água ultra-pura (Mili-Q<sup>®</sup>) e mantida sob rotação por uma hora. Posteriormente, foi mantida em dessecador até utilização; *Cobre ativado*: Foram diluídos 30 g de sulfato de cobre (P.A. pentahidratado da Vetec<sup>®</sup> - CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O) em 300 mL de água destilada e adicionados 12 mL da solução de HCl (P.A. da Vetec<sup>®</sup>) 2N. Esta solução foi levada a banho de gelo por 20 minutos. Em seguida 9 g de zinco em pó foram adicionados. Após 1 hora a mistura foi lavada com água destilada, acetona, diclorometano e n-hexano, ficando embebida neste último solvente e armazenada em frasco de vidro descontaminado, o qual foi mantido em freezer a -20°C;

Todos os demais materiais também seguiram algum tipo de descontaminação. A lâ de vidro foi descontaminada em mufla a 450 °C durante 8 horas. Os filtros de papel utilizados na extração foram descontaminados em aparelho Soxhlet com 200 mL de diclorometano por 24 horas e armazenados em recipiente fechado de vidro descontaminado. Já as pinças, espátulas e papel de teflon foram lavados com água da torneira e detergente e água destilada e descontaminados com o uso de acetona e diclorometano.

#### 3.3.3.1. Extração

O procedimento de extração dos marcadores moleculares em sedimento seguiu o protocolo analítico EPA 3540C. Cerca de 10 g de sedimento seco e macerado foram submetidos à extração em aparelho Soxhlet, por 24 h, utilizando como solvente 200 mL de diclorometano. Antes de iniciar a extração, foram adicionados padrões subrogados para o acompanhamento do rendimento da extração das amostras: n-C<sub>30</sub>D<sub>62</sub> (2500 ng) para controle da fração alifática, p-terfenil-d<sub>14</sub> (100 ng) para a fração dos HPAs, e o 5 $\alpha$ -androstan-3 $\beta$ -ol (androstanol - 10.000 ng) para a dos esteróis e triterpenos. O mesmo procedimento foi realizado com os brancos. Esta última análise foi realizada para verificar se houve alguma contaminação ao longo da execução das análises.

O extrato orgânico foi concentrado a cerca de 2 mL em evaporador rotativo (Tecnal-TE-210). Após esta etapa, realizou-se a troca de solvente dos extratos, de diclorometano para n-hexano, e esses foram evaporados sob fluxo de N<sub>2</sub> até, aproximadamente, 1 mL.

#### 3.3.3.2. Purificação do extrato e separação das frações lipídicas

A separação das frações dos hidrocarbonetos (F1 - HAs e F2 - HPAs) e dos esteróis e triterpenos (F3) foi feita por cromatografia líquida em coluna aberta de sílica/alumina segundo EPA 3630C (7 g de alumina desativada a 2 %, 10 g de sílica desativada a 5 %, 1 g de sulfato de sódio e cobre ativado em coluna de vidro de 30 cm de comprimento com 1,3 cm de diâmetro interno). Após a introdução das amostras no topo da coluna, foram feitas eluições sucessivas com solventes de

polaridade crescente: 35 mL de n-hexano para a separação da F1, 75 mL de mistura hexano:diclorometano (1:1; v/v), F2 e, por fim, 50 mL de uma mistura 9:1 diclorometano:metanol (v/v) para a obtenção da F3.

Posteriormente, as frações de hidrocarbonetos (F1 e F2) foram concentradas sob fluxo contínuo de nitrogênio (equipamento Turbovap II) e avolumadas a exato 1 mL para a adição final dos padrões internos de quantificação.

No entanto, a fração contendo os esteróis e triterpenos (F3) foi submetida a um procedimento analítico adicional denominado derivação, para torná-los mais voláteis nas condições de análise por cromatografia em fase gasosa. O processo de derivação utilizado nas amostras proporcionou a conversão de esteróis para éteres de trimetil-silil através da substituição do hidrogênio da hidroxila(-OH) da posição 3 dos esteróis pelo grupo trimetil-silil (-Si(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>) do reagente derivatizador.

Desta forma, antes da determinação quali-quantitativa, os esteróis foram derivados com 100 µL de reagente derivatizador (BSTFA - bis-trimetilsilil-trifluoroacetamida), em 50 µL de acetronila, sob aquecimento a 55 °C durante 30 minutos. Por fim, adiciona-se 500 µL de n-hexano, bem como o padrão interno de quantificação, o colestano.

#### 3.3.3.3. Determinação quali-quantitativa

A determinação quali-quantitativa dos Hidrocarbonetos Alifáticos foi realizada seguindo o método EPA-8015B, por cromatografia em fase gasosa com detecção de ionização por chama (GC/DIC - HP 6890), seguindo condições listadas na Tabela 7. Foram quantificados os n-alcenos individuais (n-C<sub>12</sub> ao n-C<sub>38</sub>), os picos resolvidos e a mistura complexa não resolvida (MCNR).

A identificação e quantificação dos HAs se deram através da confecção de uma curva de calibração para n-alcenos do n-C<sub>12</sub> ao n-C<sub>38</sub>, com as seguintes concentrações de 50, 100, 1000, 2500, 5000 e 10000 ng.mL<sup>-1</sup>. Os hidrocarbonetos alifáticos foram quantificados através do método de padronização interna, utilizando-se como padrão interno o tetracosano deuterado (n-C<sub>24d</sub> - 2500 ng), bem como considerando a curva de calibração na faixa apresentada acima. Alguns cromatogramas são apresentados no APÊNDICE – Figuras 57 a 65.

Tabela 7 - Condições cromatográficas para determinação de hidrocarbonetos alifáticos.

Equipamento	Cromatógrafo CG HP6890 com detector DIC
Coluna:	VF-5ms (30 m x 0,25 mm x 0,25 $\mu$ m) - Varian
Gases:	
- Arraste:	Hélio: 1,4 mL min <sup>-1</sup>
- Make-up:	Nitrogênio: 33 mL min <sup>-1</sup>
- Detector:	Ar: 360 mL min <sup>-1</sup> ; Hidrogênio: 33 mL min <sup>-1</sup>
Temperatura:	
- Injetor:	280 °C
- Detector:	250 °C
- Coluna:	50 °C (0,75 min), 20 °C.min até 80 °C taxa: 6 °C min <sup>-1</sup> até 310 °C (20 min) tempo total 55,8 min.

### 3.3.3.3.2. Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos

Os Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos foram determinados por cromatografia em fase gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG/EM) em equipamento da marca Thermo Scientific Finnigan<sup>®</sup>, modelo Focus DSQ, seguindo o método EPA 8270D com algumas modificações. A quantificação foi baseada em padronização interna, a partir da adição de um conjunto de padrões deuterados.. A Tabela 8 resume as condições instrumentais utilizadas na determinação dos HPAs individuais.

Tabela 8 - Condições instrumentais para determinação de HPAs individuais.

Equipamento	CG-Thermo Scientific Finnigan /modelo Focus-GC com injetor AS3000
Coluna	HP-5 (30 m, 0,25 mm e 0,25 $\mu\text{m}$ de filme)
Programa de temperatura	50 °C durante 5 min 50 °C $\cdot\text{min}^{-1}$ até 80 °C durante 0 min 6 °C $\cdot\text{min}^{-1}$ de 80 °C a 280 °C 280 °C durante 25 min
Gás de arraste	hélio 1,2 mL $\cdot\text{min}^{-1}$
Injeção	splitless
Volume de Injeção	2 $\mu\text{L}$
Equipamento	EM - Thermo Scientific DSQ-Quadruplo
Modo de operação	Monitoramento de íons (SIM)
Temperatura	Fonte de Íons: 250°C Interface: 300°C Impacto de elétrons: 70eV Corrente de emissão: 250 $\mu\text{A}$

O equipamento foi calibrado utilizando-se nove soluções (2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 400 e 1.000 ng mL<sup>-1</sup>) contendo os 16 HPAs controlados pelo método, acrescidos dos compostos 2-metilnaftaleno, 1-metilnaftaleno, dibenzotiofeno, 2,3-dimetilnaftaleno, perileno, benzo(e)pireno e os padrões internos deuterados (naftaleno-d8, acenafteno-d10, fenantreno-d10, criseno-d12 e perileno-d12), cada um em concentração igual a 100 ng mL<sup>-1</sup>. Devido à dificuldade de obtenção de padrões de HPAs alugados, estes foram determinados utilizando-se o fator de resposta do seu homólogo não alugado, com a exceção do 1 e 2 metil-naftaleno que foram incluídos nas curvas de calibração.

Desta forma, foram analisados 38 compostos/grupos de compostos, a saber: (i) 16 HPAs: naftaleno, acenafteno, acenaftileno, fluoreno, fenantreno, antraceno, pireno, fluoranteno, benzo(a)antraceno, criseno, benzo(b)fluoranteno, benzo(k)fluoranteno, benzo(a)pireno, indeno(1,2,3-cd)pireno, dibenzo(a,h)antraceno e benzo(ghi)pireno; (ii) o dibenzotiofeno, 2-metilnaftaleno, 1-metilnaftaleno, benzo(e)pireno, perileno; e (iii) homólogos alugados: C2-naftaleno, C3-naftaleno, C4-naftaleno, C1-fluoreno, C2-fluoreno, C3-fluoreno, C1-dibenzotiofeno, C2-dibenzotiofeno, C3-dibenzotiofeno, C1-fenantreno, C2-fenantreno, C3-fenantreno, C4-fenantreno, C1-pireno, C2-pireno, C1-criseno, C2-criseno.

### 3.3.3.3. Esteróis e Triterpenos

As determinações quali-quantitativas dos esteróis e triterpenos também foram feitas por cromatografia em fase gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG/EM; Thermo Finnigan modelo Focus/DSQ), através do método de padronização interna. As condições instrumentais estão resumidas na Tabela 9.

Tabela 9 - Condições instrumentais para determinação dos esteróis e triterpenos individuais.

Equipamento	Thermo Finnigan, modelo Focus/DSQ, com injetor AS3000
Condições do cromatógrafo	
Coluna	VF-5MS (30 m, 0,25 mm de di e 0,25 $\mu$ m de filme)
Programa de temperatura	60°C (1,0 min); 20 °C min <sup>-1</sup> até 220 °C; 2,0 °C min <sup>-1</sup> até 280 °C e 10 °C min <sup>-1</sup> até 300 °C (10 min).
Injeção	<i>splitless</i> ; 250 °C.
Gás de arraste	He <sub>(UP)</sub> (1,4 mL.min <sup>-1</sup> )
Volume de Injeção	1 $\mu$ L
Condições do detector:	
- linha de transferência	280 °C
- fonte	200 °C
- modo de operação	<i>full scan</i> (50-650 amu); impacto eletrônico 70 eV
- multiplicadora	1286 V
- taxa de aquisição	0,8170 scan seg <sup>-1</sup> ; 500 amuseg <sup>-1</sup> ; tempo scan: 1,22 seg

Os esteróis e os triterpenos analisados neste estudo foram identificados com base nos tempos de retenção (Tabela 10), definidos para cada composto no modo *full scan*, e na comparação dos espectros de massas obtidos no próprio equipamento usando padrões autênticos; a saber: (i) esteróis: 5 $\alpha$ -androstan-3 $\beta$ -ol (androstanol), 5 $\beta$ -colestano-3 $\beta$ -ol (coprostanol), colest-5-en-3 $\beta$ -ol (colesterol), 5 $\alpha$ -colestano-3 $\beta$ -ol (colestano), 24-metil-colest-5-en-3 $\beta$ -ol (campesterol), 24-etil-colest-5,22-dien-3 $\beta$ -ol (estigmasterol) e 24-etil-colest-5-en-3 $\beta$ -ol (sitosterol); 24-metil-5 $\alpha$ -colestano-3 $\beta$ -ol (campestanol); 24-etil-5 $\alpha$ -colest-22-em-3 $\beta$ -ol (estigmastanol); 24-etil-5 $\alpha$ -colestano-3 $\beta$ -ol (sitostanol); (ii) triterpenos: 14-taraxereno-3 $\beta$ -ol (taraxerol), 12-oleaneno-3 $\beta$ -ol ( $\alpha$ -amirina), 12-urseno-3 $\beta$ -ol ( $\beta$ -amirina), 20(29)-lupeno-3 $\beta$ -ol (lupeol), 20(30)-lupeno-3 $\beta$ ,28-diol (betulin). Para a identificação dos demais

esteróis: 24-metil-colest-5,22-dien-3 $\beta$ -ol (diatomesterol), 24-metil-5 $\alpha$ -colestano-3 $\beta$ -ol (campestanol), 4 $\alpha$ -23,24-trimetil-5 $\alpha$ -colest-22(E)-en-3 $\beta$ -ol (dinosterol), foram utilizados espectros publicados na literatura.

A quantificação dos esteróis e triterpenos foi realizada através de padronização interna e curva de calibração. A faixa de concentração utilizada para os padrões autênticos foi de 50 a 10.000 ng mL<sup>-1</sup>. As soluções que continham os padrões para a construção da curva de calibração sofreram processo de derivação sob as mesmas condições aplicadas às amostras. O colestano (5.000 ng) foi usado como padrão interno de quantificação, sendo que a construção da curva de calibração considerou a resposta relativa de cada composto em relação a este padrão. Para os compostos sem padrão autêntico, foram consideradas as respostas relativas dos compostos com padrões com estrutura química similar: colest-5-en-3 $\beta$ -ol (colesterol) para 24-metil-colest-5,22-dien-3 $\beta$ -ol (diatomesterol), 5 $\alpha$ -colestano-3 $\beta$ -ol (colestanol, 27 $\Delta^0$ ) para 24-metil-5 $\alpha$ -colestano-3 $\beta$ -ol (campestanol) e 24-etil-colest-5-en-3 $\beta$ -ol (sitosterol) para 4 $\alpha$ -23,24-trimetil-5 $\alpha$ -colest-22(E)-en-3 $\beta$ -ol (dinosterol).

Tabela 10 - Esteróis analisados no estudo, seus tempos de retenção e os íons utilizados para quantificação e identificação.

Esterol	Abreviação	Nome popular	Tempo de retenção (min)	Íons de quant. ( <i>m/z</i> )	Íons de ident.. ( <i>m/z</i> )
5 $\alpha$ -androstan-3 $\beta$ -ol	-	Androstanol	16,05	333	
5 $\alpha$ -colestano	-	Colestano	26,76	217	357, 372, 149
5 $\beta$ -colestano-3 $\beta$ -ol	27 $\Delta^0\beta$	Coprostanol	32,12	370	355, 257, 215, 75
5 $\beta$ -colestano-3 $\alpha$ -ol	epi27 $\Delta^0\beta$	Epicoprostanol	33,00	370	386, 316, 231
5 $\beta$ -colestano-3-ona	-	Coprostanona	33,86	386	386, 316, 231
Colest-5-en-3 $\beta$ -ol	27 $\Delta^5$	Colesterol	34,63	129	368, 353, 329
5 $\alpha$ -colestano-3 $\beta$ -ol	27 $\Delta^0$	Colestanol	34,91	215	445, 370, 355, 75
5 $\alpha$ -colestano-3-ona	-	Colestanona	35,01	386	371, 231
24-metilcolest-5,22-dien-3 $\beta$ -ol	28 $\Delta^{5,22}$	Diatomesterol	35,78	129	455, 380, 365, 341
24-metil-5 $\alpha$ -colest-22-en-3 $\beta$ -ol	28 $\Delta^{22}$	Diatomestanol	36,08	215	457, 374, 345, 257, 75
24-metilcolest-5-en-3 $\beta$ -ol	28 $\Delta^5$	Campesterol	37,56	129	382,367,343,255, 129
24-metil-5 $\alpha$ -colestano-3 $\beta$ -ol	28 $\Delta^0$	Campestanol	37,84	215	459, 215
24-etilcolest-5,22-dien-3 $\beta$ -ol	29 $\Delta^{5,22}$	Estigmesterol	38,18	129	469, 394, 374, 345, 255, 129
24-etil-5 $\alpha$ -colest-22-em-3 $\beta$ -ol	29 $\Delta^{22}$	Estigmastanol	38,48	215	471, 374, 359, 345, 247, 55
14-taraxereno-3 $\beta$ -ol	-	Taraxerol	39,52	204/359	204, 189, 135
24-etilcolest-5-en-3 $\beta$ -ol	29 $\Delta^5$	Sitosterol	39,96	129	471, 396, 381, 357, 129
24-etil-5 $\alpha$ -colestano-3 $\beta$ -ol	29 $\Delta^0$	Sitostanol	40,26	215	473, 431, 398, 383, 215
4 $\alpha$ -23,24-trimetil-colest-22-en-3 $\beta$ -ol	30 $\Delta^{22}$	Dinosterol	40,56	388/396	500, 359, 298, 271
12-oleaneno-3 $\beta$ -ol	-	$\alpha$ -Amirina	40,04	218	218, 203
12-urseno-3 $\beta$ -ol	-	$\beta$ -Amirina	40,99	218	218, 189
20(29)-lupeno-3 $\beta$ -ol	-	Lupeol	41,14	189/497	189, 203, 135
20(30)-lupeno-3 $\beta$ ,28-diol	-	Betulin	44,07	189/497	483, 411, 393, 207, 203, 189, 73

### 3.3.3.4. Controle de qualidade analítica

O controle de qualidade analítico envolveu a determinação de brancos de todo o procedimento analítico e o cálculo do percentual de recuperação de padrões subrogados.

Com relação ao percentual de recuperação dos padrões subrogados ( $86 \pm 34 \%$  para HAs,  $85 \pm 27 \%$  para HPAs,  $74,1 \pm 15 \%$  esteróis e triterpenos), foram considerados válidos aqueles na faixa de 60 a 120%, caso contrário, as amostras eram reextraídas. O percentual de recuperação foi usado somente para avaliar a performance analítica e nenhuma correção foi aplicada aos dados. Para a verificação e acompanhamento de eventuais contaminações durante as etapas analíticas foram realizados brancos de procedimento, em paralelo às amostras, cujos valores (média) encontrados foram subtraídos dos resultados dos analitos nas amostras.

O limite de quantificação (LQ) do método corresponde ao menor valor da curva de calibração dividido pela massa média de sedimento extraída (10 g). Já o limite de detecção (LD) foi calculado a partir de 8 injeções de um padrão de baixa concentração cujo pico fosse pelo menos 5 vezes maior que o ruído. Em seguida, foi calculado o desvio padrão das injeções desse padrão e multiplicado por 3. A partir deste resultado, o valor é dividido pela massa média extraída. Assim, cada composto ou grupo de compostos apresentou um limite de detecção, como pode ser visto nas Tabelas 11, 12 e 13.

Por fim, para a obtenção da concentração de cada composto em  $\mu\text{g.g}^{-1}$  (HAs e esteróis e triterpenos) ou  $\text{ng g}^{-1}$  (HPAs) de sedimento, divide-se a massa do composto de interesse pela massa de sedimento extraída em gramas (g).

Tabela 11 - Limites de detecção (LD) e limite de quantificação (LQ) dos Hidrocarbonetos Alifáticos analisados nos sedimentos, expressos em  $\mu\text{g.g}^{-1}$  de peso seco.

HAs	LD	LQ
<b>n-C<sub>12</sub> ao n-C<sub>35</sub></b>	0,002	0,005
<b>n-C<sub>36</sub> ao n-C<sub>38</sub></b>	0,008	0,025

Tabela 12 - Limites de detecção (LD) e limite de quantificação (LQ) dos Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos analisados nos sedimentos, expressos em  $\text{ng.g}^{-1}$  de peso seco.

<b>Composto</b>	<b>LD</b>	<b>LQ</b>
Naftaleno	0,02	0,20
2 Metil Naftaleno	0,02	0,20
1 Metil Naftaleno	0,01	0,20
C2 Naftaleno	0,00'	0,20
C3 Naftaleno	0,02	0,20
C4 Naftaleno	0,02	0,20
Acenaftileno	0,02	0,20
Acenafteno	0,02	0,20
Fluoreno	0,02	0,20
C1 Fluoreno	0,02	0,20
C2 Fluoreno	0,02	0,20
C3 Fluoreno	0,02	0,20
Dibenzotiofeno	0,01	0,20
C1 Dibenzotiofeno	0,01	0,20
C2 Dibenzotiofeno	0,01	0,20
C3 Dibenzotiofeno	0,01	0,20
Fenantreno	0,01	0,20
C1 Fenantreno	0,01	0,20
C2 Fenantreno	0,01	0,20
C3 Fenantreno	0,01	0,20
C4 Fenantreno	0,01	0,20
Antraceno	0,01	0,20
Fluoranteno	0,01	0,20
Pireno	0,01	0,20
C1 Pireno	0,01	0,20
C2 Pireno	0,01	0,20
Benzo(a)antraceno	0,01	0,20
Criseno	0,02	0,20
C1 Criseno	0,02	0,20
C2 Ccriseno	0,02	0,20
Benzo(b)fluoranteno	0,02	0,20
Benzo(k)fluoranteno	0,02	0,20
Benzo(e)pireno	0,03	0,20
Benzo(a)pireno	0,03	0,20
Perileno	0,04	0,20
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,04	0,20
Dibenzo(a,h)antraceno	0,04	0,20
Benzo(g,h,i)perileno	0,03	0,20

Tabela 13: Limites de detecção (LD) e limite de quantificação (LQ) dos esteróis e triterpenos analisados nos sedimentos, expressos em  $\mu\text{g.g}^{-1}$  de peso seco.

Compostos	LD	LQ
Esteróis	0,02	0,05
Triterpenos	0,02	0,05

### 3.4. Análises Geocronológicas: Datação dos testemunhos

A datação dos testemunhos sedimentares foi feita através de espectrometria gama de baixa energia, utilizando-se um detector de germânio hiperpuro (HPGe). Este detector é sensível à radiação gama de baixa energia, com baixo nível de radiação de fundo e boa eficiência de contagem para os radionuclídeos de interesse ( $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{235}\text{U}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ). Além disso, está situado dentro de uma câmara blindada com placas de chumbo e encontra-se no subsolo do prédio da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Esta análise foi realizada no Laboratório de Radioecologia e Mudanças Globais (LARAMG).

#### 3.4.1. Preparo das amostras

Foram selecionadas cerca de 12 camadas de sedimento de manguezal, as quais foram secas em estufa a  $60^\circ\text{C}$  até peso constante, para a obtenção do percentual de umidade de cada camada de sedimento. Em seguida, cerca de 20 g de sedimento macerado foram pesados em balança digital e acondicionados em recipientes de plástico, com 5,6 cm de diâmetro e 1,0 cm de altura, os quais foram selados para evitar a perda do  $^{222}\text{Rn}$ . Toda a geometria e densidade do conjunto (recipiente + amostra) foram cuidadosamente identificadas e registradas para posterior cálculo do parâmetro eficiência do detector.

### 3.4.2. Sistema de detecção gama

Para a determinação dos radionuclídeos  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  e  $^{235}\text{U}$  e  $^{137}\text{Cs}$  foi utilizado um sistema de medidas de decaimento gama composto por um detector de germânio hiperpuro (HPGe), modelo EG & G ORTEC da Camberra, que tem eficiência relativa de 27,7% e resolução de 1,8 keV (largura do pico a meia altura) para a energia de 1332keV do  $^{60}\text{Co}$ . O sistema funciona com blindagem de chumbo de baixa energia de fundo e é resfriado com nitrogênio líquido, com taxa de consumo de cerca de 2,0 litros por dia.

Este detector funciona acoplado a um espectrômetro de radiação gama modelo DSPEC – ORTEC<sup>®</sup>, com um analisador multicanal (MCA-(multichannel analyzer”), onde o espectro de raios gama é acumulado em 8192 canais. A aquisição de dados foi feita utilizando-se o software Genie 2000 (Gamma vision) da Canberra.

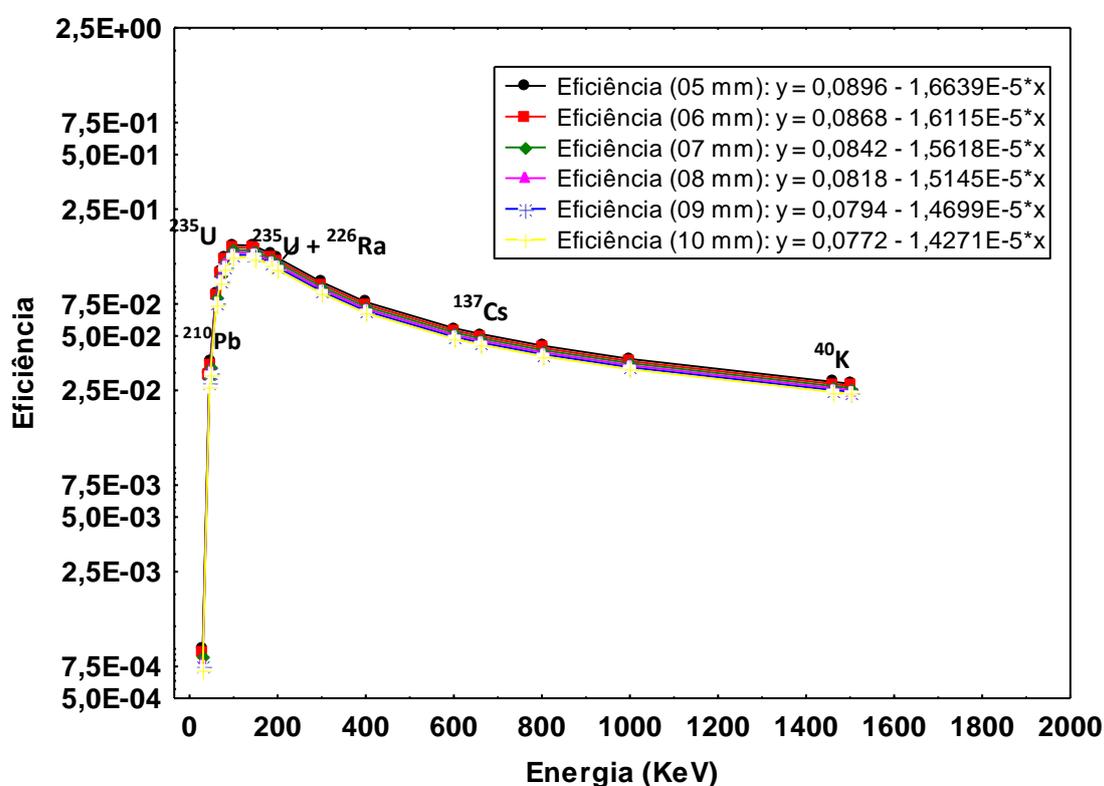
De uma forma geral, os pulsos coletados no detector são amplificados e enviados ao módulo multicanal (MCA) com conversor de pulsos analógicos em digitais, o qual distribui estes pulsos em função de sua amplitude nos canais do MCA formando um histograma que representa o número de fótons absorvidos em função de suas energias. O resultado final mostra o espectro gama do radionuclídeo, em estudo, com um ou mais picos em distribuição aproximadamente normal.

A identificação dos radionuclídeos se deu através da calibração do espectro de energia. Essa calibração foi realizada a partir das medidas de fontes-padrão seladas com energias bem conhecidas, no caso através dos radioisótopos  $^{210}\text{Pb}$  (46,5 keV),  $^{60}\text{Co}$  ( 1173 e 1333 keV ) e  $^{137}\text{Cs}$  (661,7 keV). Para tanto, as fontes foram colocadas sobre o detector e o valor da energia dos picos, registrado no canal em que foi formado. Após a definição dos espectros, traçou-se a curva de calibração, a qual era verificada com a contagem de pelo menos uma fonte-padrão previamente a cada contagem das amostras.

A eficiência de contagem de um detector gama, seja ele um cintilador ou um detector de estado sólido, apresenta uma dependência com a energia do fóton a ser contado e com a geometria de contagem (tamanho, posição e forma

da amostra). A curva de eficiência para uma dada geometria de contagem pode ser obtida experimentalmente utilizando fontes radioativas padrão na geometria apropriada ou através de softwares disponibilizados pelos fabricantes dos detectores. As curvas de eficiência para este estudo foram geradas com o auxílio do software Genie 2000-*Gamma Acquisition & Analysis*, da Canberra, e são apresentadas na figura 26 abaixo.

Figura 25: Curvas de Eficiência do detector de acordo com a geometria de contagem das amostras de sedimento de manguezal.



O gráfico da figura 25, que representa as curvas de eficiência tem como parâmetro as eficiências de contagens, determinadas em função do radionuclídeo emissor gama e das energias características. A eficiência de detecção foi calculada para cada geometria de contagem utilizada no estudo. Os efeitos de autoabsorção nas amostras foram considerados neste cálculo, utilizando-se densidade de material semelhante àqueles estudados. Essas curvas são consideradas o ponto de partida na determinação das eficiências de contagens dos radionuclídeos em estudo, e com base nestas, as atividades específicas dos radionuclídeos estudados.

Após a aquisição da eficiência do detector seguiu-se para o procedimento de contagem da emissão de raios gama dos radionuclídeos de interesse nas amostras. As amostras foram contadas individualmente durante 86.400 segundos (24h). Com o sistema de detecção utilizado, as emissões gama de vários elementos radioativos pôde ser determinada simultaneamente. Para cada radionuclídeo de interesse, os espectros gerados foram processados através da integração de todas as contagens nos canais que formam o pico correspondente à radiação gama emitida por este (subtraindo-se a radiação de fundo), desde que não houvesse interferência de outros elementos, gerando as chamadas contagens líquidas. Estas contagens líquidas foram transformadas em contagens líquidas por segundo (cps) para que pudessem ser usadas no cálculo da atividade específica (A).

Desta forma, as taxas de contagens obtidas no espectrômetro gama são proporcionais às atividades dos radionuclídeos nas amostra analisadas. Com os dados de contagens líquidas dos radionuclídeos e da eficiência do aparelho, iniciou-se a determinação da atividade específica do radionuclídeo ( $\text{Bq.g}^{-1}$ )  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{235}\text{U}$  e  $^{137}\text{Cs}$ , de acordo com Equação 2:

$$A(e) = \frac{N}{m \cdot \varepsilon} \quad (2)$$

Onde: A(e) = Atividade específica do radionuclídeo (Bq/g)

N = número de contagens líquidas do radionuclídeo (cps)

$\varepsilon$  = Eficiência do detector

m= massa da amostra (g)

Contudo, as contagens de  $^{235}\text{U}$  e  $^{137}\text{Cs}$  foram indetectáveis para todas as amostras analisadas.

### 3.4.3. Aplicação do Modelo CRS (Constant Rate of Supply)

Para realizar a datação das camadas sedimentares, necessita-se obter a atividade específica do  $^{210}\text{Pb}$  em excesso ( $^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}$ ). Desta forma, a atividade de  $^{210}\text{Pb}$  total foi determinada no fotopico (46,5 keV), enquanto que a atividade do  $^{210}\text{Pb}$  suportado se deu através da quantificação do radioisótopo  $^{226}\text{Ra}$ , considerando equilíbrio secular entre estas duas espécies. O  $^{226}\text{Ra}$  foi quantificado a partir de determinação direta no fotopico 186,2 keV ( $^{226}\text{Ra} + ^{235}\text{U}$ ), uma vez que verificou-se nenhuma contribuição do  $^{235}\text{U}$  neste. Isto se deve à interferência do fotopico 185,7 keV do  $^{235}\text{U}$  na área total do fotopico 186,2 keV, o qual resulta do decaimento alfa do  $^{226}\text{Ra}$  para o  $^{222}\text{Rn}$  (JUSTO *et al*, 2006).

Finalmente, a atividade de  $^{210}\text{Pb}$  em excesso ( $^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}$ ) foi estabelecida através da diferença:  $^{210}\text{Pb}_{\text{exc}} = ^{210}\text{Pb}_{\text{total}} - ^{210}\text{Pb}_{\text{suportado}}$ . Esses dados foram então submetidos a uma correção de densidade para que se obtivesse os valores da atividade específica em ( $\text{Bq}\cdot\text{cm}^{-2}$ ) para que então fossem usados no modelo CRS. (APPLEBY; OLDFIELD, 1978).

De acordo com o modelo CRS, o cálculo da idade T, em um ponto X do sedimento se dá através da equação 3:

$$T = \lambda^{-1} \cdot \ln(A_{(\infty)}/A_{(x)}) \quad (3)$$

Onde:

$A_{(\infty)}$  = atividade integrada total de  $^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}$  do perfil ( $\text{mBq}\cdot\text{cm}^{-2}$ ) (da superfície até a profundidade máxima a ser datada);

$A_{(x)}$  = atividade integrada de  $^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}$  abaixo da profundidade x cm;

$\lambda$  = constante de decaimento do  $^{210}\text{Pb}$  ( $0,03114\text{ ano}^{-1}$ );

T = idade (em anos) de uma determinada camada de sedimento;

Finalmente, o cálculo de  $A_{(x)}$  de cada camada ( $\text{mBq}\cdot\text{cm}^{-2}$ ) é realizado através da equação 4:

$$A_{(x)} = m_x \cdot [^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}(x)] \quad (4)$$

Sendo,

$m_x$  = massa seca da camada x, dividida pela área da seção ( $\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$ );

$[^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}(x)]$  = concentração de atividade do  $^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}$  na camada x ( $\text{mBq}\cdot\text{g}^{-1}$ );

Após a determinação do  $^{210}\text{Pb}$  para as camadas medidas foi realizada a interpolação dos dados usando o software estatístico PAST, afim de que todas as camadas do testemunhos tivessem determinadas a sua idade e a taxa de acumulação de sedimento ( $\text{g.cm}^{-2} \cdot \text{ano}^{-1}$ ).

Para validar a datação das camadas com  $^{210}\text{Pb}$  usualmente empregam-se dados da precipitação radioativa do Césio ( $^{137}\text{Cs}$ ) oriundo de testes nucleares na atmosfera, onde o seu pico corresponderia ao ano de 1963. Contudo, no Hemisfério Sul o inventário de ( $^{137}\text{Cs}$ ) é baixo o que acaba limitando a sua aplicação para esse fim (GODOY et al., 1998).

### **3.5. Indicadores Socioeconômicos**

Os indicadores socioeconômicos foram selecionados como variáveis acessórias de acordo com sua relação com as fontes de matéria orgânica naturais e antrópicas, identificadas a partir dos indicadores geoquímicos. Desta forma, a seleção dos indicadores socioeconômicos abrangeu aqueles inseridos nas temáticas demográficas, gestão e econômicas, uma vez que contribuem para avaliar o processo histórico de ocupação, urbanização e industrialização dos municípios estudados.

A tabela 14 apresenta a descrição dos indicadores socioeconômicos considerados nas análises do histórico de ocupação das áreas de estudo.

Tabela 14 - Descrição e compilação dos indicadores socioeconômicos analisados.

Indicador	Descrição	Compilação
População Total (nº de habitantes)	Número total de pessoas residentes e sua estrutura relativa, em determinado espaço geográfico, no ano considerado.	Utilização direta da base de dados históricos (IBGE, 2017), expressando-se os resultados em números absolutos. Nos anos anteriores a 2000, os dados foram alcançados em arquivos escaneados dos censos 1940, 1950, 1960, 1970, 1980, 1991 e 2000.
Taxa de urbanização (%)	Percentagem da população da área urbana em relação à população total em determinado espaço geográfico, no ano considerado.	Cálculo realizado a partir da fórmula: $\text{Taxa de Urbanização} = \frac{\text{População Urbana Residente}}{\text{População Total Residente}} \times 100$ Nos anos anteriores a 2000, os dados foram alcançados em arquivos escaneados dos censos 1940, 1950, 1960, 1970, 1980, 1991 e 2000.
Esgotamento Sanitário (%)	Por rede geral de esgoto ou pluvial: % de domicílios com canalização das águas servidas e dos dejetos provenientes do banheiro ou sanitário ligada a um sistema de coleta o qual os conduz a um desaguadouro geral da área, região ou município, mesmo que o sistema não dispusesse de estação de tratamento da matéria esgotada.	Utilização direta da base de dados (IBGE, 2010), expressando-se os resultados em números absolutos.
Produto Interno Bruto (valor adicionado por setor – R\$)	Fornecer estimativas do - PIB dos Municípios, a preços correntes e per capita, e do valor adicionado da Agropecuária, Indústria e Serviços, do Produto Interno Bruto a preços correntes, através de um processo descendente de repartição, pelos municípios, do valor adicionado das 15 atividades econômicas das Contas Regionais obtido para cada Unidade da Federação. Na metodologia adotada as estimativas obtidas são comparáveis entre si.	Utilização direta da base de dados históricos (IBGE, 2017), expressando-se os resultados em números absolutos.

Fonte: IBGE, 2017.

Para a análise do processo evolutivo do desenvolvimento urbano/industrial dos municípios brasileiros em questão foi feita uma revisão bibliográfica de caráter histórico para cada área, bem como junto a instituições nacionais, estaduais e municipais, incluindo séries históricas quando possível. De posse destes dados foi possível projetar uma linha do tempo com os principais momentos históricos e econômicos e seus reflexos nas fontes de matéria orgânica dos manguezais. A representação gráfica da reconstrução histórica de ocupação dos municípios foi realizada a partir da criação de símbolos indicativos das atividades antrópicas locais, conforme ilustrado na Tabela 15.

Tabela 15 - Símbolos gráficos de atividades antrópicas históricas das áreas de estudo.

Símbolo	Atividade antrópica
	Emigração urbana
	Ciclos de monocultura
	Base Militar
	Ferrovia
	Rodovia
	Aeroporto
	Indústria
	Mineração
	Aministração Municipal
	Casa de Veraneio
	Turismo
	Zona Portuária
	Terminal Petrolífero
	Acidente Ambiental
	Política de Desenvolvimento

### 3.6. Análises Estatísticas

O *software* Statistica 7.0<sup>®</sup>- StatSoft foi utilizado para calcular a estatística básica descritiva dos dados (Valores mínimos, máximos, medianos, médios e desvios padrão), determinar as matrizes de correlação (Spearman) e realizar a estatística exploratória. Todas as análises foram realizadas com o nível de significância de  $p < 0,05$ .

A análise de componentes principais (PCA) foi aplicada como uma ferramenta para a interpretação do amplo conjunto de dados geoquímicos e socioeconômicos, a fim de identificar os fatores dominantes que contribuíram para a variância deste conjunto. Sendo assim, a PCA foi realizada utilizando um total de 180 observações (camadas sedimentares) e 7 (COT (Carbono Orgânico Total), NT (Nitrogênio Total), % Silte+Argila,  $\sum n$ -Alc (n-alcanos)  $\sum$ Alquil (Alquilados),  $\sum$ 16HPA (Somatório dos 16 HPAs USEPA) e MCNR (Micstura Complexa Não Resolvida) e 31 (C:N: Razão molar C:N; IPC (12-22): Índice Preferencial de Carbono na faixa de n-C<sub>12</sub> a n-C<sub>22</sub>; IPC (24-38): Índice Preferencial de Carbono na faixa de n-C<sub>24</sub> a n-C<sub>38</sub>; N: Naftaleno; 2MN: 2Metil Naftaleno; 1MN: Aceft: Acenaftileno; Ace: Acenafteno; Flu: FluorenoFen: Fenantreno; C1Fen: C1 Fenantreno; Ant: Antraceno; Ft: Fluoranteno; Pi: Pireno, BaA: Benzo(a)antraceno; Cri: Criseno, BbFt: Benzo(b)fluoranteno; BkFt: Benzo(k)fluoranteno; BePi: Benzo(e)pireno; BaPi: Benzo(a)pireno; Per: Perileno; I-Pi: Indeno(1,2,3-cd)pireno; DbahA: Dibenzo(a,h)antraceno; BghiPe: Benzo(g,h,i)perileno; MCNR: Mistura Complexa Não resolvida,  $\sum$ Alquil: somatório de compostos alquilados; 29 $\Delta^5$ : sitosterol; 28 $\Delta^{5,22}$ : diatomsterol; 29 $\Delta^{5,22}$ : estigmasterol; 27 $\Delta^{0\Box}$ : coprostanol; Lup: lupeol; Tar: taraxerol;  $\alpha$ -Am:  $\alpha$ -amirina e  $\beta$ -Am:  $\beta$ -amirina.) variáveis (Cap. 4 e Cap. 5, respectivamente), cujas abundâncias relativas foram normalizadas através da subtração da média e posteriormente divididas pelo desvio padrão.

## 4 DISTRIBUIÇÃO DE HIDROCARBONETOS ALIFÁTICOS E POLICÍCLICOS AROMÁTICOS NOS MANGUEZAIS DA COSTA BRASILEIRA

### 4.1 Introdução

O crescimento populacional e o desenvolvimento crescente da zona costeira do Brasil têm levado a um aumento no aporte de efluentes industriais, domésticos e agrícolas para os ecossistemas costeiros (CAVALCANTE *et al.*, 2009; ARAUJO *et al.*, 2010; MARTINS *et al.*, 2011; SILVA *et al.*, 2013; BET *et al.*, 2015). A intensificação das atividades de produção do petróleo no mar territorial brasileiro, com a descoberta recente da chamada camada Pré-Sal no sudeste do Brasil e do avanço nas atividades de prospecção, em fase exploratória na costa equatorial (norte) (CNPE, 2017), aumenta a probabilidade de contaminação dos ambientes costeiros por hidrocarbonetos petrogênicos. Isto, por sua vez, pode acarretar danos aos ecossistemas costeiros e aos seus recursos vivos, com especial atenção para o ecossistema manguezal, devido à sua importância ecológica e socioeconômica, além deste apresentar uma maior vulnerabilidade quando comparado a outros sistemas costeiros (GUNDLACH; HAYES, 1978; NOAA, 2002).

Os manguezais ocorrem ao longo das costas tropicais e subtropicais abrigadas, na transição entre ambientes terrestres e marinhos, influenciados pela maré (SCHAEFFER-NOVELLI *et al.*, 2000) e estão entre os ecossistemas mais ameaçados do mundo (VALIELA *et al.* 2001; ALONGI *et al.*, 2002; Duke *et al.*, 2007).

O Brasil, com uma costa de 7367 km de extensão, possui a segunda maior extensão territorial de manguezais do planeta (área de 13.400 km<sup>2</sup>), o que representa 9 % da área total dos manguezais mundiais (137,760 km<sup>2</sup>, GIRI *et al.*, 2010). No Brasil está situado o maior cinturão contínuo de manguezais do mundo, que se estende desde a baía de São Marcos no estado do Maranhão até a desembocadura do rio Amazonas no estado do Pará, e corresponde a 4,3 % de toda a área mundial de florestas de mangue (SPALDING *et al.* 2010).

Apesar de grande parte dos manguezais brasileiros estar localizada em regiões de baixa ocupação populacional na costa norte do país, por vezes, estes ecossistemas estão situados na proximidade de regiões metropolitanas, extremamente urbanizadas, sujeitas a uma diversidade de tensores antrópicos, que colocam em risco os bens e serviços propiciados pelos manguezais. Mesmo nas remotas áreas do norte do Brasil, esse ecossistema se apresenta sob eminente risco de contaminação, tendo em vista que a margem equatorial brasileira compõe atualmente a nova fronteira para a exploração de petróleo e gás.

A composição de hidrocarbonetos alifáticos (HAs) e policíclicos aromáticos (HPAs) em sistemas costeiros tem sido muito utilizada como ferramenta para identificação de fontes de matéria orgânica, tanto natural quanto antrópica. Devido a sua baixa solubilidade e natureza hidrofóbica, os hidrocarbonetos são preferencialmente adsorvidos ao material particulado em suspensão e acumulam no sedimento (BAUMARD *et al*, 1998).

Entre as principais fontes de hidrocarbonetos para os ecossistemas costeiros estão a biossíntese, a descarga industrial, derramamentos de petróleo, queima de combustíveis fósseis e várias fontes não pontuais como escoamento superficial urbano e agrícola e deposição atmosférica (VOLKMAN *et al.*, 1992; YUNKER *et al.*, 2002)

Nesse contexto, a contaminação por hidrocarbonetos é uma das principais ameaças atuais e futuras para os manguezais mundiais (ALONGI, 2002). No Brasil, entretanto, ainda não foi realizado nenhum estudo em um contexto nacional do atual nível de contaminação dos manguezais por esta classe de compostos. Desta forma, o objetivo deste estudo é determinar os níveis de HAs e HPAs e identificar as possíveis fontes destes compostos para os sedimentos, a fim de avaliar o estado atual de contaminação dos manguezais distribuídos ao longo de todo o litoral brasileiro.

## 4.2 Materiais e Métodos

### 4.2.1. Área de Estudo

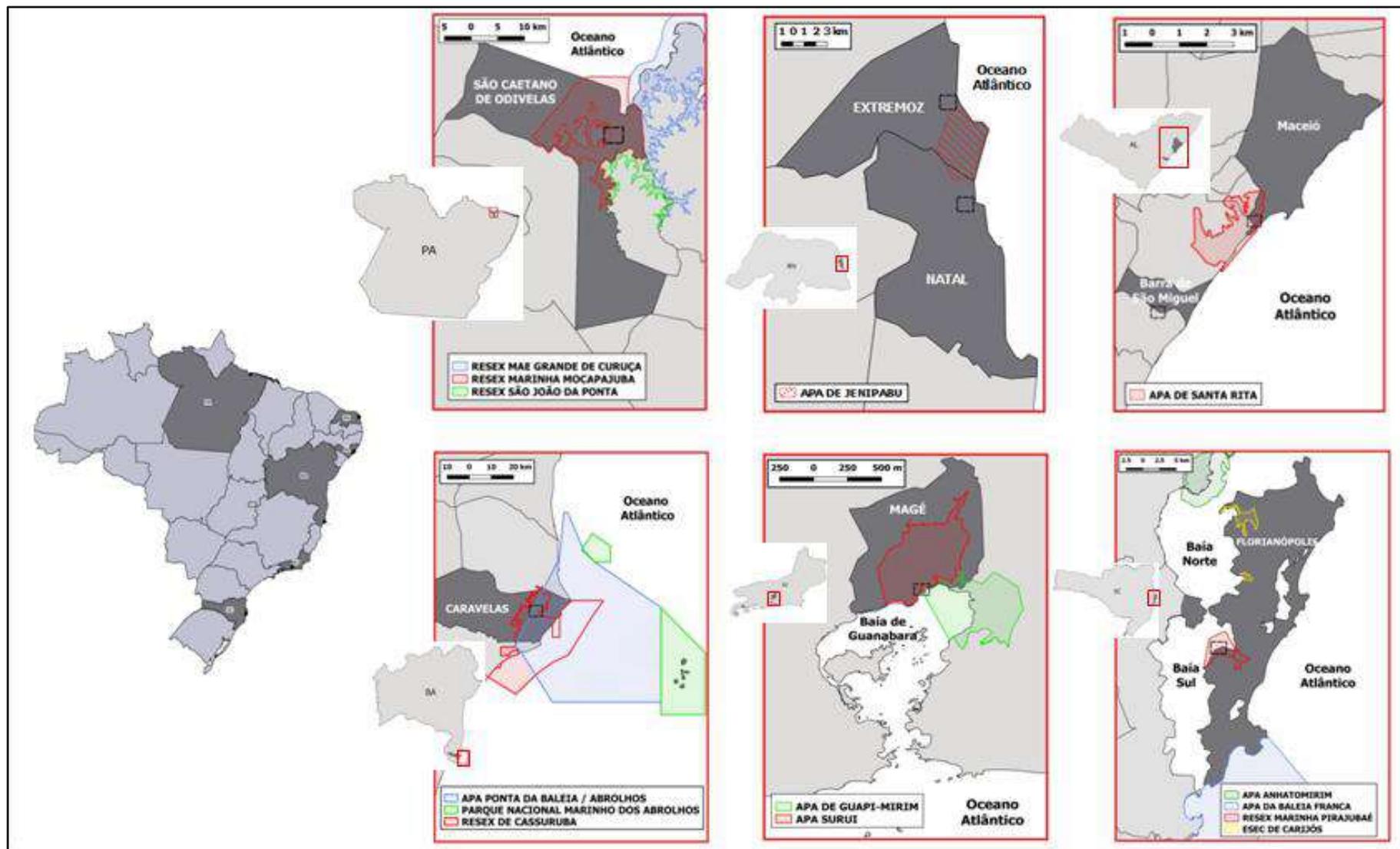
Foram coletadas amostras de sedimento superficial em 8 manguezais ao longo da costa brasileira, desde o limite sul desse ecossistema no Atlântico Sul (27°38'51.14"S - estado de Santa Catarina) até o norte do Brasil (00°44'12.22"S -estado do Pará), representando florestas de mangue submetidas a diferentes graus de estresse antrópico. A pressão antrópica pode ser inferida pelos dados socioeconômicos dos municípios nos quais os manguezais estudados estão localizados apresentados na tabela 16.

As estações de amostragem foram escolhidas de forma que fossem representativas de cada região geográfica ao longo da costa brasileira, são elas: São Caetano de Odivelas (PA), Extremoz (RN), Natal (RN), Barra de São Miguel (AL), Lagoa de Mundaú/Maceió (AL) Caravelas (BA), Suruí (RJ) e Florianópolis (SC) (Figura 26). Foram selecionadas áreas desde prístinas, até bastante impactadas pela proximidade a grandes centros urbanos. Na tabela 16 é apresentada uma breve descrição de cada uma das áreas estudadas.

Tabela 16 - Descrição das Áreas de Estudo

Estado	Estação	Lat/Long	NºHab/ % urb.	Descrição da Área
Pará	PA-SCO	00°44'12.22"S 48°00'19.76"W	16.891/ 41,2	Está inserida no maior cinturão contínuo de manguezais do mundo (SOUZA-FILHO, 2005). A principal atividade econômica é a pesca artesanal efetuada por comunidades tradicionais. Presença de diversas Reservas Extrativistas costeiras e marinhas (ZEE, 2010).
Rio Grande do Norte	RN-EXT	05°40'38.11"S 35°13'37.96"W	24.569/ 64,1	Localizada em uma Área de Proteção Ambiental (APA Jenipabu). O turismo é a atividade econômica mais importante da região, com intenso veraneio e uso com residências secundárias. A carcinicultura e a pesca artesanal também estão presentes (BARROS, 2010).
	RN-NAT	05°45'33.91"S 35°12'41.64"W	803.739 / 100,0	Localizada na área metropolitana de Natal, capital e principal centro urbano do estado. Apesar de estar inserida na APA Jenipabu, está submetida a forte pressão antrópica devido a atividades como carcinicultura, turismo, pesca comercial e de subsistência, além de atividades portuária e industrial e adensamento populacional (BARROS, 2010).
Alagoas	AL-BSM	09°50'33.82"S 35°56'26.23"W	7.574/ 86,1	Principal atividade econômica é o turismo que tem aumentado a especulação imobiliária, e produção canavieira. Área explorada por comunidades tradicionais, com atividades de pesca, captura de caranguejos e mariscos e produção de ostras (SOUZA, 2015).
	AL-MUN	09°41'20.17"S 35°46'48.57"W	932.748 /99,9	Localizada na porção sul da Lagoa Mundaú, na região metropolitana de Maceió, capital e principal centro urbano do estado. Área sob estresse antrópico, principalmente pelo adensamento urbano, monocultura canavieira e indústrias químicas (etanol) (BROCKMEYER & SPITZY, 2011; ARAUJO <i>et al</i> , 2010; SILVA <i>et al</i> , 2013).
Bahia	BA-CAR	17°43'28.50"S 39°16'8.96"W	21.414/ 54,8	Faz parte da Reserva Extrativista do Cassurubá com atividade extrativista de pescadores, catadores de caranguejos e marisqueiras. Produção de carvão vegetal e indústria de celulose também fazem parte das atividades econômicas do entorno. O turismo está presente no município de forma indireta para acesso ao Parque Nacional dos Abrolhos (SOARES <i>et al.</i> , 2006).
Rio de Janeiro	RJ-SUR	22°41'19"S 43°06'51"W	227.322 / 94,7	Localizado no município de Magé, no Rio Suruí, que deságua na Baía de Guanabara, no limite oeste da APA de Guapimirim. Apresenta em seu entorno intensa urbanização e atividades relacionadas a terminais portuários e indústria do petróleo. Está sob uma forte pressão antrópica e já foi cenário de importantes vazamentos de petróleo (MICHEL, 2000; FARIAS <i>et al.</i> , 2008).
Santa Catarina	SC-FLO	27°38'51.14"S 48°32'57.32"W	421.240 /96,2	Na capital do estado de Santa Catarina. Está submetida a pressões antrópicas tais como urbanização crescente, desmatamento e aterros, além de intensa atividade turística. Inserida na Reserva Extrativista Marinha de Pirajubaé. Possui em suas adjacências o aeroporto internacional de Florianópolis (ELLER <i>et al.</i> , 2013).

Figura 26: Localização das áreas de manguezais estudados



#### 4.2.2. Procedimentos Metodológicos

As coletas de sedimento foram realizadas entre os anos de 2012 e 2014. Em cada floresta foram coletadas cinco subamostras dispostas ao longo da zona da franja do manguezal, que reunidas geraram uma amostra composta de sedimento superficial (primeiros 2 cm). As amostras foram acondicionadas em recipientes apropriados e refrigeradas até a chegada ao laboratório. Até o início das análises, as amostras foram estocadas a  $-20^{\circ}\text{C}$ , a fim de interromper a degradação microbiana dos compostos orgânicos.

O teor de finos (silte e argila) foi determinado através de peneiramento a úmido em malha de 0,062 mm (SUGUIO, 1973). A retirada de sais, da matéria orgânica e dos carbonatos foi realizada a partir de tratamento das amostras com água destilada, peróxido de hidrogênio e ácido clorídrico (10%), respectivamente. Após estas etapas, as amostras foram peneiradas a úmido. A quantificação do teor de silte e argila foi gravimétrica, após secagem do material não retido na peneira.

Os teores de carbono orgânico (COT) e nitrogênio total (NT) nos sedimentos foram determinados pelo método de combustão a seco (HEDGES & STERN, 1984), após remoção do carbonato com ácido clorídrico (50 %), utilizando-se um Analisador Elementar Flash 2000 (Thermo Scientific). A quantificação foi feita com base em uma curva de calibração, utilizando-se como padrão a cistina (Perkin Elmer, USA). O cálculo da concentração considerou a área do pico gerado para cada composto ( $\text{CO}_2$  e  $\text{N}_2\text{O}$ ) e o fator de resposta de acordo com a calibração. A exatidão do método foi verificada com base na análise de sedimento certificado (PACS-2) a cada conjunto de 10 amostras. O limite de detecção foi  $0,7 \text{ mg g}^{-1}$  (0,07%) para COT e de  $0,2 \text{ mg g}^{-1}$  (0,02%) para NT, calculado com base nas determinações de cistina e considerando a massa de sedimento utilizada na análise. Os valores foram expressos em percentual (%) e as amostras analisadas em triplicatas.

Os HAs e os HPAs foram obtidos através de extração em Soxhlet (EPA 3540C) do sedimento seco, seguida de cromatografia líquida em coluna aberta

de sílica/alumina para purificação e separação das frações orgânicas. Os hidrocarbonetos foram determinados por cromatografia em fase gasosa com detecção de ionização por chama (CG/DIC) (EPA 8015B) e acoplada a espectrometria de massas CG/EM (EPA 8270D), para os HAs e HPAs, respectivamente). Na fração dos HAs foram determinados os n-alcenos, os HAs totais (HATs) e a mistura complexa não resolvida (MCNR). Entre os HPAs analisados cabe destacar os 16 prioritários pela USEPA: naftaleno; acenaftileno; acenafteno; fluoreno; fenantreno; antraceno; fluoranteno; benzo(a)antraceno; pireno; criseno; benzo(b)fluoranteno; benzo(k)fluoranteno; benzo(a)pireno; indeno(1,2,3-cd)pireno; dibenzo(a,h)antraceno; benzo(g,h,i)perileno, além do benzo(e)pireno, dibenzotiofeno e perileno. ainda foram determinados os HPAs alquilados 1metil e 2 metilnaftaleno, C2 a C4-naftalenos, C1 a C3-fluorenos, C1 a C4-fenantrenos, C1 a C3-dibenzotiofenos, C1 e C2-pirenos, C1 e C2-crisenos.

A fim de verificar a correlação entre variáveis foi utilizada a correlação de Spearman. Os testes foram realizados com auxílio do programa Statistica 7.0 – StatSoft e considerado o nível de significância de  $p < 0,05$ . A Análise de Componentes Principais (PCA) foi realizada utilizando 11 variáveis, cujas abundâncias relativas foram normalizadas através da subtração da média e posteriormente divididas pelo desvio padrão, como detalhado no capítulo 3 .

### **4.3. Resultados e Discussão**

Todos os resultados e cromatogramas são apresentados detalhadamente no APÊNDICE ( Figura 57 e Tabela 26 e 27), respectivamente.

#### 4.3.1. Teor de Finos, Carbono orgânico total (COT), Nitrogênio total (NT) e Razão Molar C/N

O teor de finos apresentou valores elevados e homogêneos, variando de 97% a 99%, no sedimento de todos os manguezais analisados. Os maiores teores foram reportados nas estações PA-SCO, AL-BSM e RJ-SUR (Tabela 17). Estes resultados revelam condições de baixa energia na deposição do sedimento, bem como um ambiente favorável para adsorção e acúmulo de matéria orgânica.

A variação espacial de COT e nitrogênio total está ilustrada na figura 27. O carbono orgânico total no sedimento superficial dos manguezais estudados apresentou valores entre 2,5 e 9,4% (Tabela 17). Estes teores de carbono orgânico estão inseridos na ampla faixa de variação, em escala global ( $2,0 < \text{COT} < 40\%$ ; mediana: 2,20%), descrita por KRISTENSEN *et al.* (2008) para sedimentos de manguezais. Entretanto, o valor mediano de COT (4,6%) reportado neste estudo para os manguezais brasileiros são superiores à mediana global, que por sua vez elucida a importância destes ecossistemas brasileiros quanto à estocagem de carbono orgânico.

Os valores de COT no sedimento apresentaram uma tendência de aumento conforme há uma diminuição da latitude, à exceção do observado em PA-SCO. Esta distribuição segue a da biomassa aérea destes manguezais, conforme registrado por ESTRADA; SOARES (2017). Os maiores valores de COT foram reportados na região nordeste, com destaque para o manguezal localizado na lagoa de Mundaú, região metropolitana de Maceió (AL-MUN). Esta distribuição é semelhante a encontrada por SAENGER & SNEDAKER (1993) para a produção anual de serapilheira e biomassa em manguezais, em resposta a fatores abióticos, tais como a radiação solar.

As variações regionais e locais de COT podem ser atribuídas às influências de diferentes variáveis ambientais (marés, fluxo de rios, ventos) associadas à geomorfologia (TWILLEY, 1995), bem como condições biogeoquímicas do sedimento e proximidade com atividades antrópicas. Visto a grande extensão do território brasileiro, a faixa litorânea está submetida a distintas realidades socioeconômicas e ambientais que influenciam nas

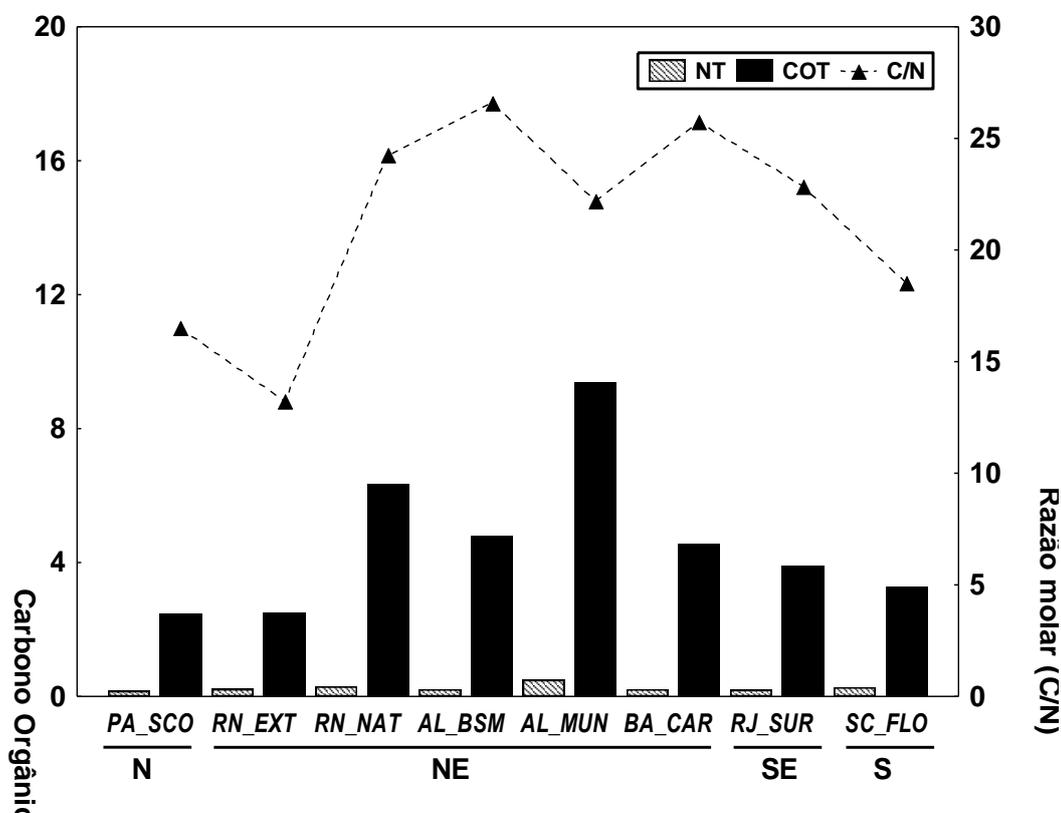
diferentes fontes, formas de transporte e destino final da matéria orgânica nos manguezais.

Os valores de NT apresentaram menor variação ao longo das estações, com níveis de 0,2 a 0,5 %, sendo que a maior concentração, à semelhança do COT, também foi registrada no manguezal AL-MUN. A razão molar C/N fornece informação acerca das fontes terrestres e marinhas da matéria orgânica (MEYERS, 1997) e variou de 13,4 a 25,8 (Figura 27), o que sugere contribuições distintas de matéria orgânica para os sedimentos dos manguezais. Estes resultados corroboram o trabalho de KRISTENSEN *et al.* (2008), onde a grande maioria dos sedimentos de manguezal (96 %) apresenta razões C/N acima de 10, sendo que uma boa parte (47 %) chega a ultrapassar o valor de 20.

As estações RN-NAT, AL-MUN, BA-CAR e RJ-SUR apresentaram razões molares superiores a 20, indicando matéria orgânica produzida principalmente por plantas superiores (MEYERS, 1997), como a vegetação de mangue, a qual apresenta em sua composição compostos enriquecidos em carbono e de cadeias longas, como a celulose, por exemplo, de difícil degradação (BIANCHI & CANUEL, 2011). Alguns autores encontraram valores de C/N molar entre 22,1-26,4 (SILVA; MADUREIRA, 2012) e 19,9-43,1 (BELLIGOTTI *et al.*, 2007) em folhas de espécies de mangue em florestas das regiões sul e sudeste do Brasil, respectivamente.

As razões molares C/N registradas nas estações PA-SCO, RN-EXT, AL-BSM e SC-FLO estão na faixa intermediária (entre 10 e 20) que aponta para uma mistura de fontes), ou seja, além do aporte de material orgânico terrestre, oriundo do próprio manguezal, existe também significativa contribuição de matéria orgânica marinha para o ambiente sedimentar, principalmente na estação RN-EXT com registro do menor valor para esta razão. Outro fator que também pode estar influenciando os valores de C/N nestas florestas, e nas demais, é um enriquecimento por N derivado da presença dos organismos decompositores.

Figura 27: Teores de carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total (NT) e, razão molar (C/N) nos sedimentos superficiais de manguezais brasileiros.



Legenda: N: Região Norte, NE: Região Nordeste, SE: Região Sudeste e S: Região Sul do Brasil; PA-SCO: São Caetano de Odivelas; RN-EXT: Extremoz; RN-NAT: Natal; AL-BSM: Barra de São Miguel; AL-MUN: Lagoa Mundaú/Maceió; BA-CAR: Caravelas; RJ-SUR: Suruí/Magé; SC-FLO: Florianópolis.

#### 4.3.2. Hidrocarbonetos Alifáticos

As concentrações de HATs,  $\Sigma n$ -alcanos e mistura complexa não-resolvida (MCNR) nos sedimentos superficiais dos manguezais estudados estão listadas na tabela 17. Existe uma correlação significativa entre as concentrações de COT e HAs ( $p < 0,05$ ) no sedimento superficial, enquanto que não foi observada relação de HPAs e COT, o que pode indicar diferentes origens dos compostos destas duas classes para o sedimento.

Tabela 17: Teor de finos (%), Nitrogênio total (NT) e carbono orgânico total (COT), hidrocarbonetos alifáticos totais (HATs) e seus índices relativos nos sedimentos superficiais de manguezais da costa brasileira.

Locais	% Finos	NT (%)	COT (%)	HATs (ug g)	∑n-alcanos (ug g)	MCNR (ug g)	IPC	IPC (12-22)	IPC (24 - 38)	LMW/HMW	ACL
PA-SCO	99,6	0,16	2,47	2,3	0,8	<LD	1,9	0,6	4,4	0,6	28,5
RN-EXT	98,9	0,22	2,50	1,9	0,5	<LD	1,5	1,5	2,2	2,0	28,0
RN-NAT	98,3	0,23	4,25	21,9	2,5	15,6	3,8	1,1	5,4	0,2	28,7
AL-BSM	99,4	0,16	2,48	2,2	0,6	<LD	1,6	0,6	2,1	0,9	28,9
AL-MUN	97,4	0,49	9,37	311,3	135,1	160,6	8,6	0,8	9,1	0,01	28,7
BA-CAR	98,3	0,21	4,75	3,1	1,2	<LD	2,8	1,0	5,0	0,4	28,1
RJ-SUR	99,6	0,20	4,29	171,6	17,8	131,6	7,9	1,6	9,0	0,1	28,5
SC-FLO	98,1	0,27	4,01	3,4	2,4	<LD	3,8	0,7	6,3	0,2	28,3

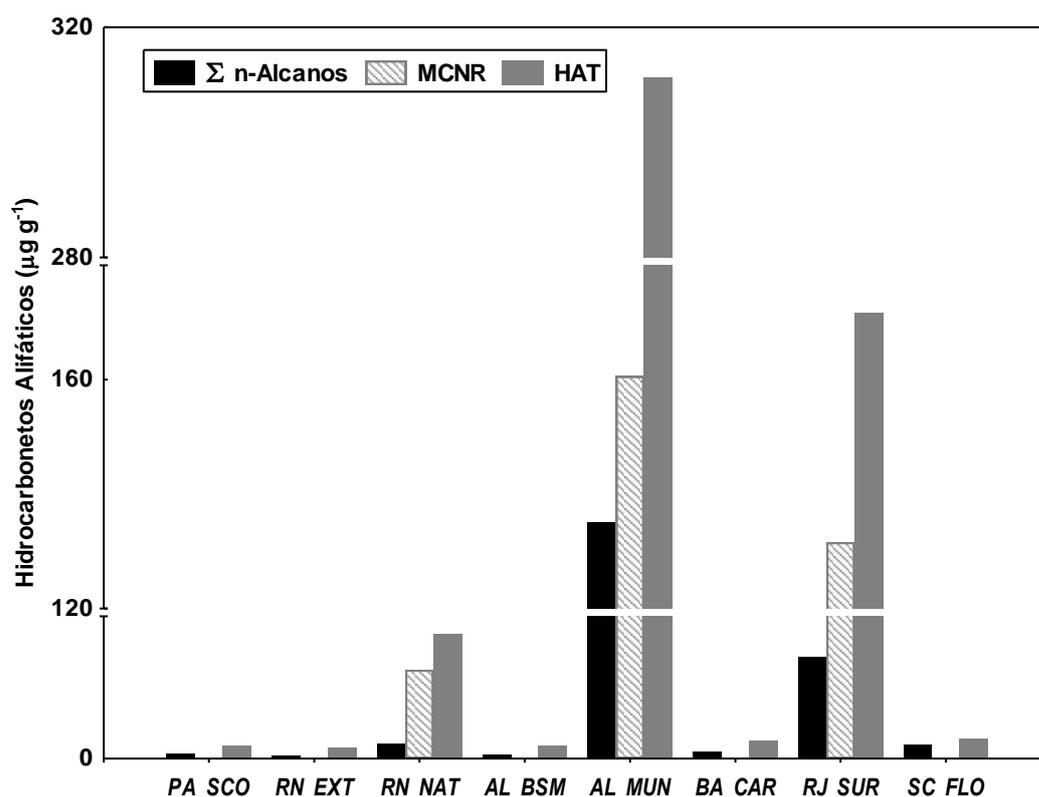
Legenda:<LD: menor que o limite de detecção; MCNR: Mistura Complexa Não Resolvida; IPC: Índice Preferencial de Carbono na faixa de  $n-C_{12}$  a  $n-C_{38}$ ; IPC (12-22): Índice Preferencial de Carbono na faixa de  $n-C_{12}$  a  $n-C_{22}$ ; IPC (24-38): Índice Preferencial de Carbono na faixa de  $n-C_{24}$  a  $n-C_{38}$ ; LMW/HMW: ( $\sum n$ -alcanos de cadeias curtas [ $n-C_{12}$  a  $n-C_{23}$ ]/ $\sum n$ -alcanos de cadeias longas [ $n-C_{24}$  a  $n-C_{38}$ ]); ACL: comprimento médio da cadeia de  $n$ -alcanos. PA-SCO: São Caetano de Odivelas; RN-EXT: Extremoz; RN-NAT: Natal; AL-BSM: Barra de São Miguel; AL-MUN: Lagoa Mundaú/Maceió; BA-CAR: Caravelas; RJ-SUR: Suruí/Magé; SC-FLO: Florianópolis.

Os valores de HATs variaram entre 1,9 a 311  $\mu\text{g g}^{-1}$  nos sedimentos superficiais (Figura 3). As maiores concentrações de HATs foram determinadas nas estações próximas às regiões metropolitanas nos estados do Rio Grande do Norte (RN-NAT), Rio de Janeiro (RJ-SUR) e Alagoas (AL-MU), com destaque para esta última. Em contrapartida, baixos valores de HATs (inferiores a 5,0  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) foram encontrados nas áreas de manguezais afastadas das grandes cidades do litoral brasileiro.

Segundo VOLKMAN *et al.* (1992) em sedimentos não poluídos, em geral, o nível de HATs é inferior a 10  $\mu\text{g g}^{-1}$ , podendo ser duas ou três vezes maior em regiões com significativo aporte de matéria orgânica, como áreas de manguezais. Segundo estes mesmos autores, concentrações de HATs superiores a 100  $\mu\text{g g}^{-1}$  e presença de MCNR são associadas à introdução de compostos petrogênicos, o que foi observado nos bosques AL-MUN e RJ-SUR. Nenhuma das áreas estudadas teve concentração de HATs superior a 500  $\mu\text{g g}^{-1}$ , indicativa de poluição crônica por hidrocarbonetos.

Um aspecto importante dos resultados deste estudo é a variabilidade dos teores de matéria orgânica e das concentrações de hidrocarbonetos para diferentes manguezais em um mesmo estado ou região (Figura 28). A partir dos registros nos estados do Rio Grande do Norte e Alagoas, ambos na região nordeste do Brasil, verifica-se concentrações baixas de hidrocarbonetos e carbono orgânico nos manguezais de Extremoz e Barra de São Miguel, em contraste aos valores superiores nas florestas adjacentes às regiões metropolitanas de Natal e Maceió (Lagoa Mundaú). Este cenário permite verificar a importância da intensidade dos aspectos socioeconômicos e atividades antrópicas locais na distribuição espacial dos níveis de contaminação por hidrocarbonetos.

Figura 28: Valores de hidrocarbonetos alifáticos para os sedimentos superficiais de manguezal



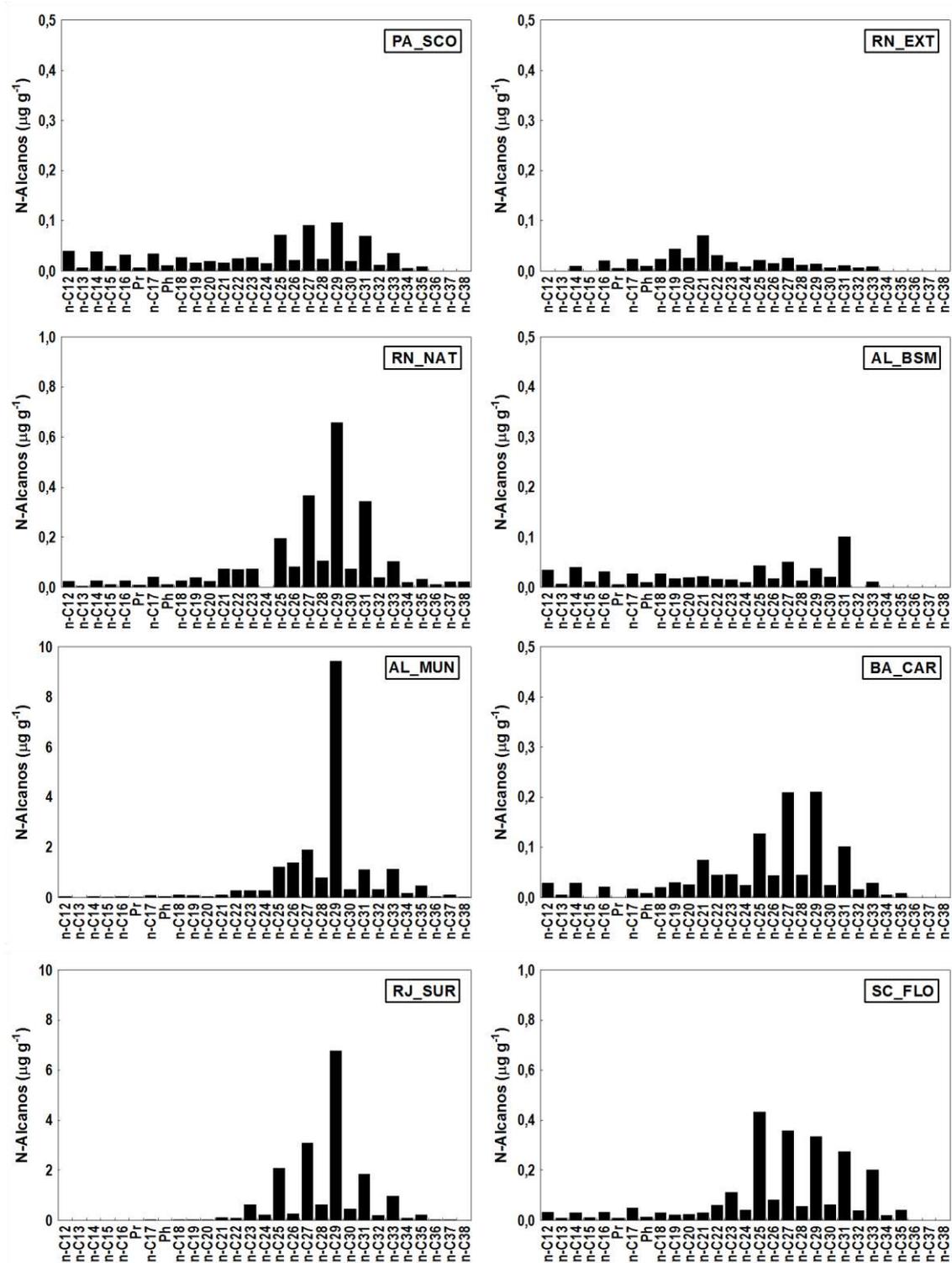
Legenda: Σ n- alcanos: Somatório dos n-alcanos na faixa C<sub>12</sub> a n-C<sub>38</sub>; MCNR: Mistura Complexa Não Resolvida; HAT: Hidrocarbonetos Alifáticos totais; PA-SCO: São Caetano de Odivelas; RN-EXT: Extremoz; RN-NAT: Natal; AL-BSM: Barra de São Miguel; AL-MUN: Lagoa Mundaú/Maceió; BA-CAR: Caravelas; RJ-SUR: Suruí/Magé; SC-FLO: Florianópolis.

Os n-alcenos constituem, de uma forma geral, uma fração expressiva dos HATs, com concentrações totais ( $\sum$  n-C<sub>12</sub> a n-C<sub>38</sub>) entre 0,5 – 135  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  (peso seco). O maior valor, encontrado na estação AL-MUN, é duas ordens de grandeza superior à concentração mediana de n-alcenos dos demais manguezais estudados (1,8  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ). Na distribuição de n-alcenos existe um claro predomínio de n-alcenos de cadeias longas ímpares (principalmente na faixa do n-C<sub>25</sub> ao n-C<sub>33</sub>) sobre os de cadeias curtas, conforme demonstrado na Figura 29.

Todas as estações, exceto a RN-EXT e AL-BSM, tiveram valores da razão LMW/HMW menores que 1, resultado que aponta para forte contribuição de matéria orgânica de origem terrestre (WANG et al, 2006; SAKARI et al. 2008a), provavelmente representado pelo aporte da serapilheira da floresta de mangue. Entretanto, os elevados valores de  $\sum$ n-alcenos na estação AL-MUN podem estar associados ainda ao vinhoto, efluente industrial das usinas sucroalcooleiras presentes na região, produto da destilação de etanol do processamento da cana-de-açúcar, a qual possui em sua composição dominância do n-alceno n-C<sub>29</sub> (SMITH & MARTIN-SMITH, 1978b; SILVA et al., 2013).

Observou-se uma variabilidade quanto ao n-alceno mais abundante nas florestas de mangue estudadas, embora sempre exista predomínio de n-alcenos ímpares de cadeia longa, à exceção do manguezal de Extremoz (RN). O n-alceno n-C<sub>29</sub> foi o mais abundante nos manguezais PA-SCO, RN-NAT, AL-MUN, RJ-SUR e em conjunto com o n-C<sub>27</sub> em BA-CAR. Em AL-BSM e SC-FLO os n-alcenos principais são o n-C<sub>31</sub> e o n-C<sub>25</sub>, respectivamente. Estes resultados apontam provavelmente para a composição das espécies de mangue constituindo florestas mono e pluriespecíficas ao longo do litoral brasileiro. Na estação RN-EXT, percebe-se uma distribuição distinta das demais, uma vez que o n-C<sub>21</sub> é o n-alceno em maior abundância, (seguido pelo n-C<sub>19</sub>) o que por sua vez pode indicar fontes de matéria orgânica marinha, especificamente macrófitas aquáticas (BIANCHI; CANUEL, 2011) presentes nas margens do rio Ceará-Mirim (DIAS; FIALHO, 2009) se sobrepondo às de material terrestre oriundo dos manguezais. Este resultado é corroborado pelo menor valor encontrado neste estudo, igual a 13,4, para a razão molar entre carbono e nitrogênio, típica de mistura de fontes marinha e terrestre.

Figura 29: Distribuição dos n-alcenos individuais, em  $\mu\text{g g}^{-1}$ , em sedimentos superficiais dos manguezais estudados.



Legenda: PA-SCO: São Caetano de Odivelas; RN-EXT: Extremoz; RN-NAT: Natal; AL-BSM: Barra de São Miguel; AL-MUN: Lagoa Mundaú/Maceió; BA-CAR: Caravelas; RJ-SUR: Suruí/Magé; SC-FLO: Florianópolis.

O comprimento médio da cadeia (ACL) de n-alcenos compreendidos entre n-C<sub>25</sub> e n-C<sub>33</sub> é outro indicador de fonte de hidrocarbonetos e mostra o número médio de átomos de carbono para n-alcenos oriundos de plantas vasculares. Atualmente, o índice ACL tem sido utilizado para caracterizar respostas fisiológicas das plantas a fatores ambientais (ZHANG & LIU, 2011; DUAN & JINXIAN, 2011; SACHSE et al., 2012; WANG et al., 2013a,b; TIPPLE & PAGANI, 2013; VAEZZADEH et. al, 2015). No entanto, a pequena variação (ACL: 28,0 a 28,9) nos sedimentos superficiais dos manguezais estudados, aponta para a limitação no uso desta ferramenta nas áreas em estudo; uma vez que as áreas estudadas estão sabidamente submetidas a fatores ambientais com intensidades distintas, principalmente relacionados a diferenças latitudinais, tais como temperatura, regime de marés, vazão fluvial e ação antrópica locais. Também as áreas analisadas são colonizadas por florestas de mangue com contribuições de espécies variáveis, cujos sinais poderiam estar sendo refletidos nos resultados de ACL.

O IPC<sub>n-C<sub>12</sub> a n-C<sub>38</sub></sub> nas estações PA-SCO, RN-NAT, AL-MUN, BA-CAR RJ-SUR e SC-FLO foi maior que 3 (Tabela 17), o que aponta para um predomínio de fonte biogênica dos n-alcenos. Nestas estações, a preponderância de matéria orgânica de origem terrígena para os sedimentos estudados foi corroborada pelos valores relativamente elevados do IPC da faixa de maior peso molecular (n-C<sub>24</sub> a n-C<sub>36</sub>), entre 4 a 9, em contrapartida com os baixos IPC na faixa de menor peso molecular (n-C<sub>12</sub> a n-C<sub>22</sub>) referente a n-alcenos naturais de origem fitoplanctônica (CLARK & BLUMER, 1967; MILLE et al., 1992; MOYANO et al., 1993; KILLOPS & KILLOPS, 2005). Com relação as demais estações, RN-EXT e AL-BSM, estas apresentaram valores mínimos de IPC, tanto na faixa de maior e menor peso molecular, que, provavelmente, estão associados à baixa concentração de hidrocarbonetos alifáticos de uma forma geral e a importância de fontes marinhas na matéria orgânica, corroborada pelos maiores valores da razão LMW/HMW nestas estações. A determinação de valores de IPC superiores a 3 reportados neste estudo enfatiza a importância de um aporte contínuo e significativo de material terrígeno, rico em n-alcenos de cadeia longa e número ímpar de átomos de

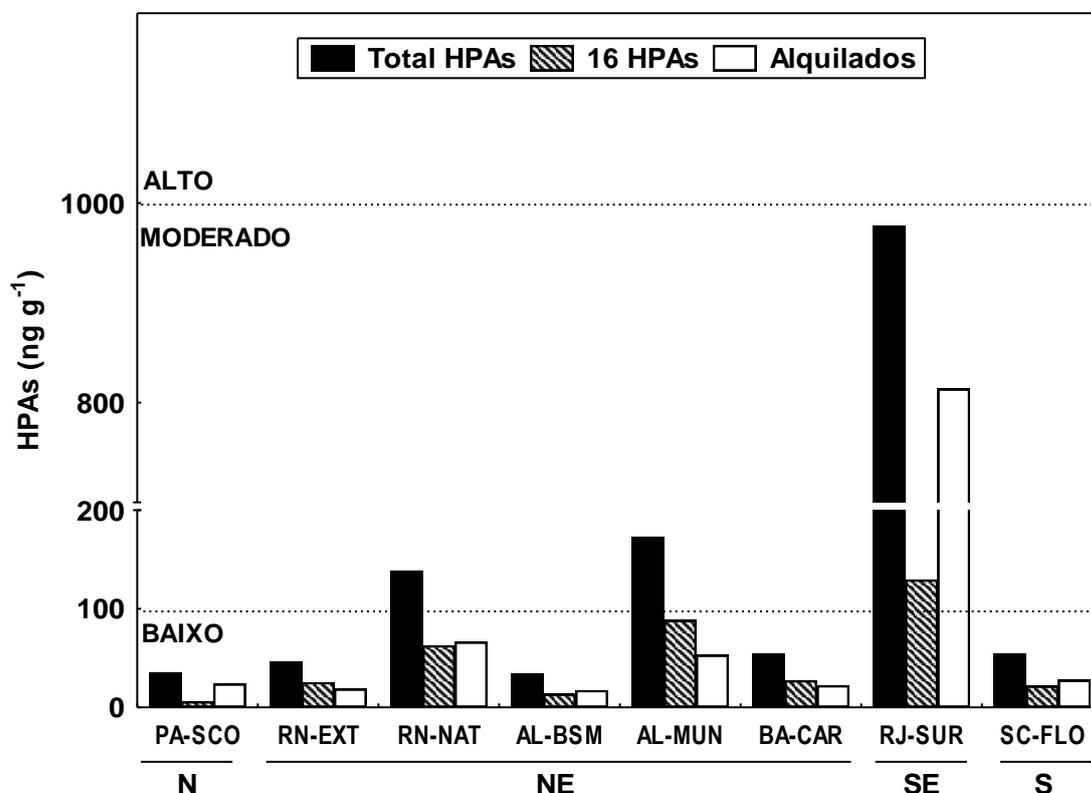
carbono, predominando sobre possíveis introduções de n-alcanos de origem antrópica.

Apenas nos manguezais mais próximos a áreas urbanas (AL-MU, RJ-SUR e RN-NAT) foi determinada MCNR em concentração mensurável, como mostra a figura 28, indicando locais cronicamente contaminados por hidrocarbonetos de petróleo (SIMONEIT, 2002). Nestas estações, a MCNR representou 52 a 77% dos HATs determinados. Isto revela um predomínio da MCNR sobre os hidrocarbonetos alifáticos com possível origem biogênica (Figura 29). Segundo TOLOSA *et al.* (1996), concentrações da MCNR inferiores a  $10 \mu\text{g g}^{-1}$  são comuns em sedimentos de ambientes costeiros, nos quais não há introdução de hidrocarbonetos antropogênicos. Haja vista este critério, estes manguezais apresentaram teores que sugerem uma possível contaminação por produtos de petróleo. SILVA *et al.* (2013) encontraram valores de MCNR na mesma ordem de grandeza que este estudo para as camadas superficiais de sedimento lagunar amostrado na porção sul da Lagoa Mundaú ( $109,6 \mu\text{g g}^{-1}$ ) e do mesmo modo apontaram a presença de produtos de petróleo degradados na região.

#### 4.3.3. Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

As concentrações do somatório dos HPAs totais (38 compostos, incluindo 6 séries alquiladas) variaram de 34,4 a  $977,3 \text{ ng.g}^{-1}$  (peso seco) e sua distribuição ao longo dos manguezais foi similar aos HATs. Porém para os HPAs, o maior valor foi determinado na estação RJ-SUR (Figura 30). Esta estação, conjuntamente com AL-MUN e RN-NAT, se destacam das demais (PA-SCO, RN-EXT, AL-BSM, BA-CAR, SC-FLO), as quais tiveram concentrações médias de  $45,0 \pm 10 \text{ ng.g}^{-1}$ .

Figura 30: Distribuição espacial dos HPAs totais e dos 16 HPAs USEPA e compostos alquilados nos sedimentos superficiais dos manguezais estudados.



Legenda: PA-SCO: São Caetano de Odivelas; RN-EXT: Extremoz; RN-NAT: Natal; AL-BSM: Barra de São Miguel; AL-MUN: Lagoa Mundaú/Maceió; BA-CAR: Caravelas; RJ-SUR: Suruí/Magé; SC-FLO: Florianópolis.

Os compostos alquilados, bem representados no petróleo e seus derivados (SILVA & BÍCEGO, 2010), foram determinados em quantidades relativamente elevadas, e representaram entre 28 e 83 % do total dos HPAs. Destaque para valores mais expressivos registrados nas estações localizadas nas capitais dos estados Rio de Janeiro, Alagoas e Rio Grande do Norte.

A soma das concentrações dos 16 HPAs listados pela Agência de Proteção Ambiental norte americana (USEPA) variou entre 5,9 e 129,5 ng.g<sup>-1</sup>. Novamente as estações RN-NAT, AL-MUN e RJ-SUR apresentaram os maiores valores. Todas as demais estações obtiveram concentrações inferiores a 30 ng g<sup>-1</sup>.

Foi proposta por BAUMARD (1998b) uma classificação de contaminação de sedimentos pelos 16 HPAs, em baixo ( $0 - 100 \text{ ng g}^{-1}$ ), moderado ( $100 - 1000 \text{ ng g}^{-1}$ ), alto ( $1000 - 5000 \text{ ng g}^{-1}$ ) e muito alto ( $> 5000 \text{ ng g}^{-1}$ ). De acordo com esta classificação, todos os manguezais, com exceção do RJ-SUR, apresentaram uma contaminação baixa por hidrocarbonetos. Entretanto, cabe destacar a proximidade com o limiar moderado de contaminação das estações RN-NAT e AL-MUN, o qual já foi superado por RJ-SUR, cujos sedimentos foram caracterizados com uma contaminação moderada (Figura 30). O manguezal no Rio de Janeiro, localizado na Baía de Guanabara, já foi impactado por derrame de petróleo em 2000 (FARIAS et al., 2008; MICHEL, 2000). Esta baía é caracterizada por manter um estado crônico de contaminação por HPAs de origem tanto de fontes pirolíticas quanto petrogênicas e ainda, por apresentar eventuais derrames acidentais (MENICONI & BARBANTI, 2007; FARIAS et al., 2008; WAGENER *et al.*, 2012a).

Os critérios de qualidade de sedimentos estabelecidos pela agência ambiental do Canadá e os implantados pela National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) dos Estados Unidos são os mais utilizados por pesquisadores do mundo a fim de avaliar a toxicidade de amostras ambientais (BAUMARD et al., 1999; YUNKER et al., 2002b; XU et al., 2007). Os sedimentos superficiais dos manguezais brasileiros estudados obtiveram valores para os individuais HPAs (naftaleno, acenaftileno, acenafteno, fluoreno, fenantreno, antraceno, fluoranteno, pireno, b(a)antraceno, criseno e b(a)pireno) inferiores aos menores níveis limítrofes de efeito tóxico estabelecidos por estas agências (ENVIRONMENTAL CANADÁ, 1998; TAM et al., 2001), o que assegura que os sedimentos analisados provavelmente não causam efeito biológico adverso.

Mundialmente, estudos têm registrado níveis expressivos de hidrocarbonetos em sedimentos recentes de manguezais (Tabela 18) como consequência do crescimento e desenvolvimento acelerado de cidades costeiras no entorno. Os níveis de HPAs totais e 16 HPAs USEPA nos manguezais estudados foram inferiores aos dos manguezais chineses na região do delta do rio Pearl em Nansha, e caribenhos em Guadeloupe, por

exemplo, cujas regiões apresentaram um rápido crescimento socioeconômico nas últimas décadas (RAMDINE et al, 2012; WU et al., 2014).

Na Tabela 18, os manguezais de Tampa Bay (Flórida), próximos a uma região considerada prístina (Baía Cockroach), possuem baixos a moderados níveis de contaminação por HPAs nos sedimentos superficiais, os quais se assemelham aos manguezais estudados com menor influência antrópica em São Caetano de Odivelas (PA-SCO), Extremoz (RN-EXT), Barra de São Miguel (AL-BSM) e Caravelas (BA-CAR).

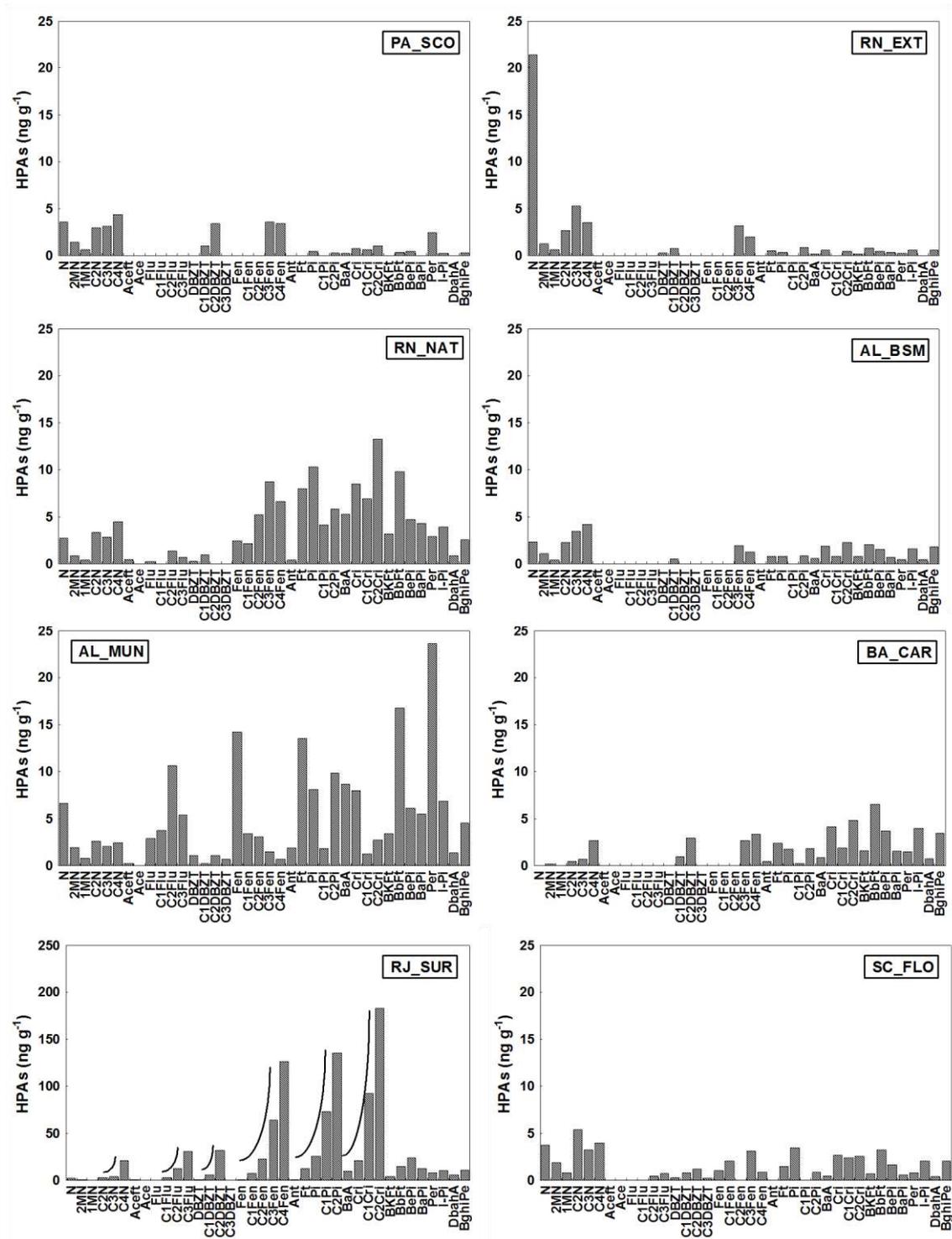
Tabela 18: Comparação entre as concentrações de HPAs determinadas em sedimentos superficiais de manguezais em diversas regiões no mundo. O nível de contaminação foi classificado de acordo com BAUMARD (1998b).

Local	HPA totais (ng.g <sup>-1</sup> )	Σ16HPA (ng.g <sup>-1</sup> )	Nível de Contaminação	Referência
<b>Costa do Brasil</b>	34 – 977	5,9 - 129	Baixo a moderado	Este estudo
	—	100 - 2235	Moderado a alto	(CAVALCANTE et al.,2009)
<b>Golfo Beibu, China</b>	—	170 - 350	Moderado	(KAISER et al., 2016)
<b>Tampa Bay, Flórida</b>	1,7 - 148	0,8 - 23,3	Baixo	(LEWIS ; RUSSEL, 2015)
<b>Nansha - China</b>	330 - 1270	150 - 610	Moderado	(WU et al., 2014)
<b>Guadeloupe, Caribe</b>	49 - 1065	46,8 - 978	Baixo a moderado	(RAMDINE et al, 2012)
<b>Lagoa Segara Anakan, Indonésia</b>	122-1770	45 - 200	Baixo a moderado	(DSIKOWITZKY et al.,2011)

Legenda: n.i: não informado; n.a: não analisados

As amostras de sedimento de manguezais da costa brasileira apresentaram distribuições distintas de HPAs individuais, as quais se encontram ilustradas na Figura 31.

Figura 31: Distribuição dos HPAs individuais nos sedimentos superficiais dos manguezais estudados.



Legenda: PA-SCO: São Caetano de Odivelas; RN-EXT: Extremoz; RN-NAT: Natal; AL-BSM: Barra de São Miguel; AL-MUN: Lagoa Mundaú/Maceió; BA-CAR: Caravelas; RJ-SUR: Suruí/Magé; SC-FLO: Florianópolis.

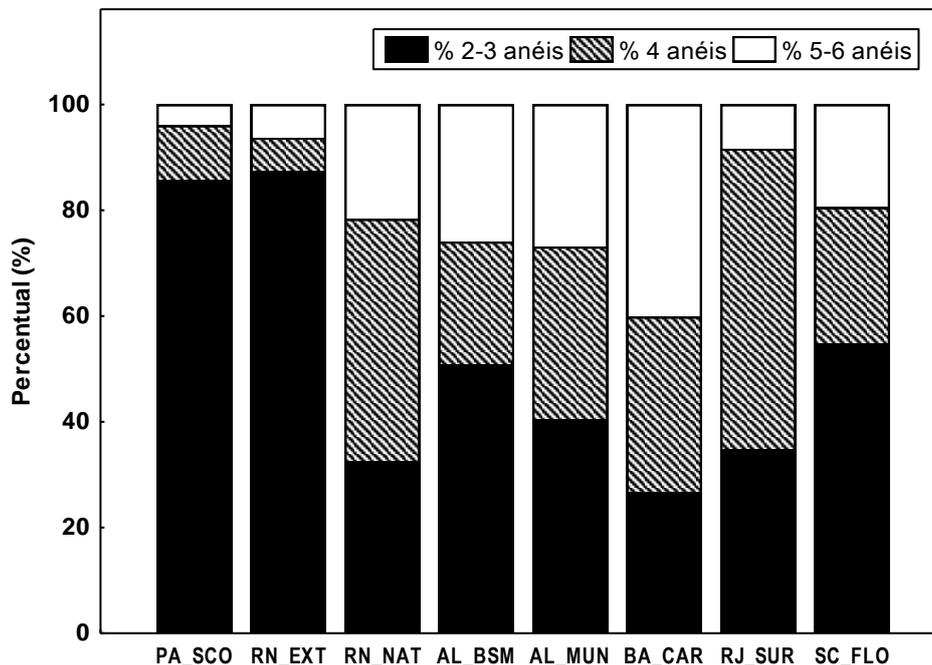
Observando-se as concentrações dos HPAs individuais, verifica-se que estas variaram entre abaixo do limite de detecção ( $< 0,02$ ) e  $183,1 \text{ ng.g}^{-1}$ . As maiores concentrações de compostos individuais se referem a compostos alquilados: os C2\_crisenos ( $183,1 \text{ ng.g}^{-1}$ ), seguido do C2\_pirenos ( $135,5 \text{ ng.g}^{-1}$ ) e C4\_fenantrenos ( $126,4 \text{ ng.g}^{-1}$ ), todos determinados na amostra de sedimento do manguezal do Rio de Janeiro (RJ-SUR).

O perfil dos compostos alquilados na estação RJ-SUR, sugere um processo de degradação dos HPAs, uma vez que, em cada série, verifica-se um aumento das concentrações com o aumento do grau de alquilação (Figura 31). Estes resultados corroboram os encontrados por FARIAS *et al.* (2008), e evidenciam a degradação do óleo oriundo do derramamento ocorrido em 2000, que atingiu severamente o manguezal do rio Suruí.

Uma das formas de se distinguir o tipo de fonte dos HPAs seria a abundância relativa entre os compostos de baixo peso molecular e os de alto peso molecular. Compostos com 4-6 anéis aromáticos são geralmente gerados a partir da combustão de combustíveis fósseis. Desta forma, uma maior porcentagem de HPA de 2-3 anéis seria um indício do predomínio de fontes petrogênicas, enquanto que a predominância de compostos de 4-6 anéis estaria associada a fontes pirolíticas (TAM *et al.*, 2001; ZHANG *et al.*, 2004).

A figura 32 apresenta a abundância relativa dos HPAs de acordo com o número de anéis benzênicos nos sedimentos de manguezais. Os HPAs mais representativos nas estações PA-SCO (86 %), RN-EXT (87 %) foram os de menor peso molecular, especialmente os alquilados, à exceção do parental naftaleno ( $21,4 \text{ ng g}^{-1}$ ) encontrado em RN-EXT. Este tipo de distribuição é típico de fontes petrogênicas (TAM *et al.*, 2001; ZHANG *et al.*, 2004).

Figura 32: Proporção (%) de HPAs com 2-3 anéis, 4 anéis e 5-6 anéis nos sedimentos superficiais nos manguezais da costa brasileira.



Legenda: PA-SCO: São Caetano de Odivelas; RN-EXT: Extremoz; RN-NAT: Natal; AL-BSM: Barra de São Miguel; AL-MUN: Lagoa Mundaú/Maceió; BA-CAR: Caravelas; RJ-SUR: Suruí/Magé; SC-FLO: Florianópolis.

Nestas duas estações, PA-SCO e RN-EXT, entre os HPAs alquilados de menor peso molecular, destacam-se os homólogos do naftaleno, fenantreno e dibenzotiofeno em todos os sedimentos estudados. Nestas mesmas amostras, o acenaftileno e o fluoreno foram os que apresentaram as mais baixas concentrações, e o acenafteno não foi detectado em nenhuma das amostras. Estes resultados apontam para fontes petrogênicas de HPAs, apesar dos baixos níveis de HPAs totais para estes manguezais localizados em municípios com baixos níveis de urbanização (< 65%) e industrialização. O trânsito de pequenas embarcações pode ser um dos principais responsáveis por esta presença, ainda que caracterize uma contaminação incipiente.

Os manguezais AL-BSM e SC-FLO apresentaram proporções semelhantes quanto a contribuição de HPAs de baixo e alto peso molecular (50% e 54%, respectivamente, Figura 32). Ambos municípios são importantes polos turísticos no litoral e possuem altas taxas de urbanização (> 85%), o que potencializa a entrada de HPAs para os manguezais. Em Florianópolis, o

manguezal localizado na Reserva Extrativista Pirajubaé, possui em suas adjacências o Aeroporto Internacional Hercílio Luz, em expansão, e importantes rodovias, com tráfego veicular intenso, que atravessam parte do manguezal.

Considerando os HPAs de maior peso molecular (4-6 anéis), estes foram mais abundantes nos manguezais RN-NAT (67%), AL-MUN (60%), BA-CAR (73%) e RJ-SUR (65%), o que indica forte influência de fontes pirolíticas de HPAs para o sedimento superficial destes manguezais, reflexo do crescimento populacional e urbano e desenvolvimento socioeconômico local (atividades portuárias, industriais, turismo, setor de transporte) das cidades litorâneas brasileiras.

Natal, por exemplo, cidade que já foi reconhecida como a cidade com ar “mais puro das Américas” (HOEL *et al.*, 1993), de acordo com o Sindicato das Empresas de Transportes Urbanos de Passageiros (2010), apresenta atualmente a segunda maior frota veicular do Nordeste do Brasil, o que pode estar se refletindo nos registros significativos de fontes pirolíticas e petrogênicas nos sedimentos do manguezal.

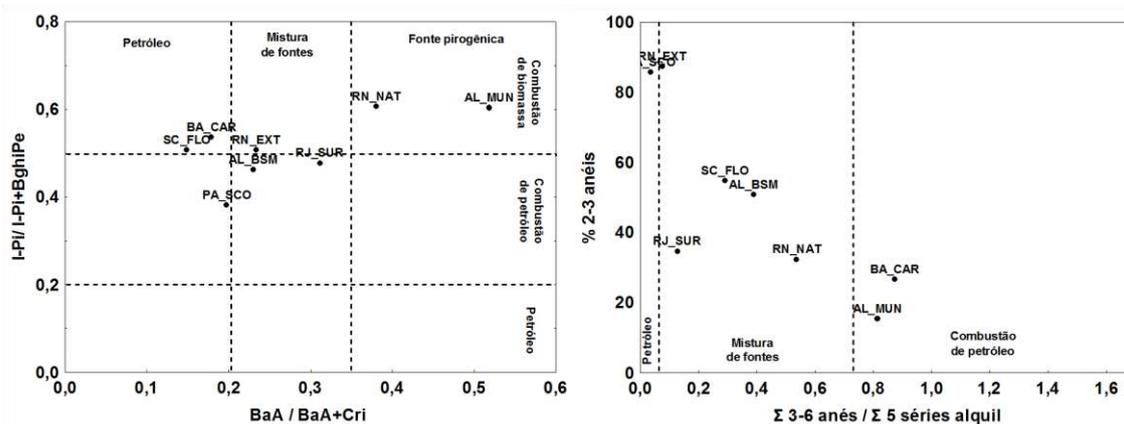
Particularmente, o manguezal no Rio de Janeiro (RJ-SUR), apresenta elevadas concentrações dos HPAs de 4 anéis (criseno e pireno), principalmente dos homólogos alquilados, dentre os de maior peso molecular (Figura 32). A contaminação crônica por HPAs e a mistura de fontes tanto pirolíticas e petrogênicas na baía de Guanabara, já foram reportadas por WAGENER *et al.*, 2012, as quais se sobrepõe aos compostos persistentes em decorrência do processo de degradação do óleo derramado, em 2000, no sedimento.

Outra ferramenta para investigar as fontes de HPAs é a utilização de índices baseados em razões entre concentrações de HPAs selecionados. A utilização dessas razões está baseada na temperatura de formação dos HPAs, levando-se em conta a estabilidade química individual de cada composto (BAUMARD *et al.*, 1998; WANG *et al.*, 1999; YUNKER *et al.*, 2002; READMAN *et al.*, 2002).

Apesar das baixas concentrações dos HPAs individuais comprometerem a aplicações de algumas razões diagnósticas e que muitos estudos em áreas tropicais apontam para uma limitação quanto à aplicação destes índices, os mesmos foram calculados para as amostras de sedimento e seus resultados corroboraram que em geral existe uma mistura de fontes pirolíticas e petrogênicas de hidrocarbonetos nos manguezais estudados (Figura 33).

As razões diagnósticas de WANG *et al.* 1999 e I-Pi/I-Pi+BghiPe apontaram para fontes pirolíticas para os HPAs presentes. Estes resultados podem refletir atividades socioeconômicas locais de queima de biomassa por parte de indústrias canavieiras (SILVA *et al.*, 2013) e atividades de produção de carvão vegetal em AI-MUN e BA-CAR, respectivamente. Contudo, o índice BaA/BaA+Cri, reflete também uma fonte petrogênica principal dos compostos em BA-CAR. Enquanto que, em RJ-SUR predominou a mistura de fontes petrogênicas e pirolíticas, reflexo da contaminação crônica por HPAs produto dos altos níveis de urbanização e industrialização no entorno da baía de Guanabara, na região metropolitana do Rio de Janeiro.

Figura 33: Razões diagnósticas entre HPAs (WANG *et al.*, 1999; YUNKER *et al.*, 2002)



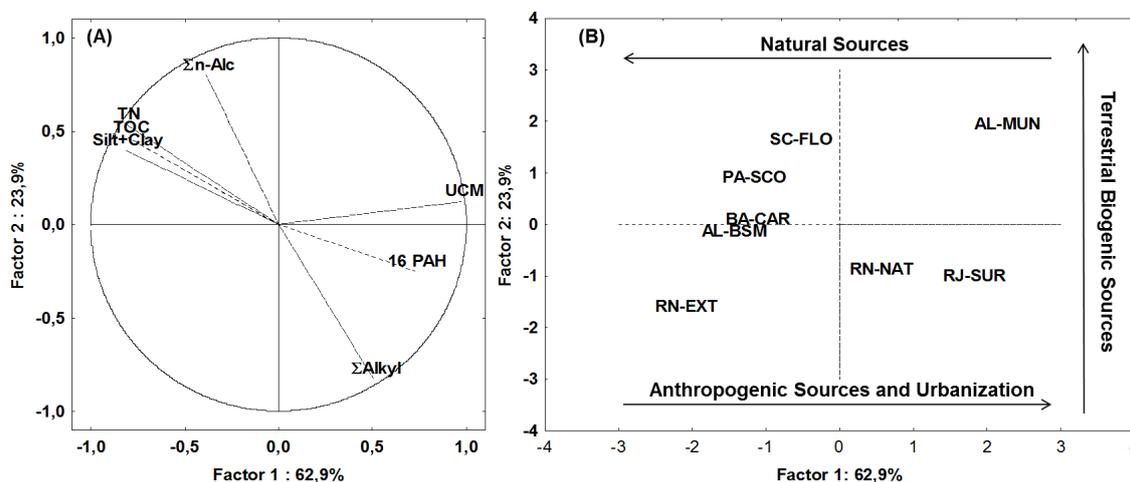
O perileno é um composto que pode ser originado tanto de fontes naturais quanto antropogênicas para ambientes aquáticos (Venkatesam, 1988; SILLIMAN *et al.*, 1998; Wu *et al.*, 2001). Nas amostras, os percentuais de perileno em relação ao total dos penta-isômeros variaram de 10 a 80 % indicando fonte natural e diagenética deste composto para as amostras de sedimento (BAUMARD *et al.*, 1998), com destaque para esta origem no

manguezal PA-SCO, onde este composto representou 80 % do total. Provavelmente o perileno encontrado, em grande parte, deve ser derivado de precursores naturais terrestres, provavelmente das próprias árvores de mangue (SILLIMAN, et al., 1998).

#### 4.3.4. Análise de Componentes Principais

Para a interpretação dos resultados analíticos, foi aplicada a análise de componentes principais (ACP) para todas as variáveis. A ACP indicou que 86,8 % da variância total dos dados foram explicados por dois fatores, (62,9 e 23,9%). Os scores para as variáveis e os loadings para as estações de manguezais são representados na figura 34.

Figura 34: Análise de Componentes Principais



O fator 1 separa as estações em dois grupos distintos, um com maior influência antrópica, de acordo com o desenvolvimento socioeconômico local, localizadas em regiões metropolitanas com elevadas taxas de urbanização, RN-NAT, AL-MUN e RJ-SUR, SC-FLO daquelas próximas a áreas menos urbanizadas PA-SCO, RN-EXT, AL-BSM e BA-CAR (Tabela 16). Claramente, verifica-se a diferença entre fontes e teores de matéria orgânica naturais e antrópicas para os manguezais estudados, principalmente devido à diferença de concentração de hidrocarbonetos tanto alifáticos quanto aromáticos entre estes dois grupos.

O predomínio de contribuição de fonte biogênica terrígena, autóctone das florestas de mangue, fica evidenciada para a maioria das estações estudadas, representada na ACP pelo fator 2, exceto para o manguezal RN-EXT que se distancia das demais em direção aos valores negativos deste fator, destacando a importância de fontes de matéria orgânica marinha para o sedimento. Esta estação apresenta baixos valores para a razão molar C/N, bem como os maiores valores de n-alcenos de baixo peso molecular em relação aos de alto peso molecular.

#### 4.4 Conclusão

A partir dos resultados dos hidrocarbonetos foi possível avaliar o estado de contaminação dos sedimentos de manguezais da costa brasileira, os quais foram considerados de baixo a moderadamente contaminados. Os maiores níveis de contaminação foram observados nos manguezais localizados nas proximidades de centros metropolitanos com representantes no nordeste (Rio Grande do Norte e Alagoas) e sudeste (Rio de Janeiro) do país.

Fontes pirolíticas e petrogênicas foram identificadas e se destacaram de acordo com atividades socioeconômicas locais. Contudo, os valores indicam que os sedimentos analisados não causam efeito biológico adverso. Existe uma forte contribuição de material biogênico do próprio manguezal, oriundo das espécies de mangue, para o sedimento.

Finalmente, a concentração de hidrocarbonetos nos sedimentos é inferior ao de outros sedimentos estuarinos e de manguezais considerados poluídos e pode não constituir uma ameaça ecológica de imediato. Entretanto, a falta de controle das fontes de contaminação mediante o crescimento populacional e urbano acelerado, bem como o aumento das atividades de prospecção de petróleo no país, é necessário voltar a atenção para a influência antrópica crescente, principalmente no que diz respeito ao estado futuro de conservação dos manguezais brasileiros.

## 5 RECONSTITUIÇÃO DO HISTÓRICO DA CONTAMINAÇÃO NOS MANGUEZAIS DA COSTA BRASILEIRA E DIMENSÕES SÓCIOECONÔMICAS DE SEU ENTORNO

### 5.1. Introdução

Nas últimas décadas, as pressões da ocupação antrópica em consonância com o desenvolvimento econômico acelerado são responsáveis por alterações potenciais nos fluxos de material orgânico, seja ele natural ou não, em ambientes costeiros, principalmente os manguezais (ALONGI, 2002; GAO *et al.*, 2008; RANJAN *et al.*, 2012; BAO *et al.*, 2013). No Brasil, estes ecossistemas de elevada importância ambiental estão localizados tanto em áreas de baixa densidade demográfica, quanto em regiões metropolitanas extremamente urbanizadas, em reflexo do processo histórico de ocupação territorial. Portanto, diversos manguezais brasileiros se encontram sujeitos ao aporte de contaminantes para os sedimentos, apesar de serem áreas de proteção integral de acordo com a legislação brasileira vigente.

Marcadores geoquímicos orgânicos, tais como os hidrocarbonetos e esteróis, têm sido amplamente utilizados para determinar a origem da matéria orgânica, e como traçadores de atividades antrópicas em manguezais (TAM *et al.*, 2001; ZHENG *et al.*, 2002; RAMDINE *et al.*, 2012; RANJAN *et al.*, 2012; LI *et al.*, 2014; WU *et al.*, 2014; KAISER *et al.*, 2016). Esses compostos tendem a se adsorver ao material particulado e acumular nos sedimentos, devido à sua baixa solubilidade e natureza hidrofóbica. As características intrínsecas dos manguezais, incluindo sua grande concentração de matéria orgânica e de sulfeto, predomínio de sedimentos finos, as condições anóxicas e de baixa energia, favorecem a deposição e acúmulo de contaminantes nos sedimentos.

A caracterização quantitativa e qualitativa da matéria orgânica em testemunhos sedimentares obtidos em manguezais tem sido um importante e promissor instrumento na avaliação da evolução das fontes e concentrações da matéria orgânica e, ainda, da alteração das condições ambientais ao longo do

tempo em áreas com ocorrência de manguezais (Wu *et al.*, 2014; LEWIS; RUSSELL, 2015).

No presente estudo, os biomarcadores lipídicos (hidrocarbonetos alifáticos, hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, triterpenos e esteróis) e indicadores socioeconômicos foram considerados em conjunto na avaliação de testemunhos de sedimento datados ( $^{210}\text{Pb}$ ) de manguezais ao longo da costa do Brasil. Os principais objetivos do presente estudo foram avaliar (i) as fontes (naturais e/ou antrópicas) e a variação latitudinal e temporal da composição da matéria orgânica sedimentar no último século; (ii) a influência do processo de ocupação do território, seja através de sua urbanização, seja através de atividades ligadas ao modelo econômico nacional ou regional e histórico socioeconômico local para a contaminação dos manguezais.

Diversas foram as razões para a escolha dos manguezais brasileiros para a aplicação desta abordagem multi-paramétrica (indicadores geoquímicos e socioeconômicos) na compreensão do histórico de contaminação: (i) ausência de estudos em escala nacional e poucos estudos pontuais quanto à contaminação em manguezais do Brasil (MATER *et al.*, 2004; CELINO *et al.*, 2008; FARIAS *et al.* 2008; CAVALCANTE *et al.*, 2009; CAMPOS *et al.*, 2012; SILVA; MADUREIRA, 2012; GRILO *et al.*, 2013), (ii) grande heterogeneidade espacial de cenários naturais e dos processos históricos de ocupação da zona costeira; (iii) por fim, o crescente processo de urbanização, industrialização e exploração turística na zona costeira do Brasil, e, em um contexto atual, novas fronteiras do interesse da indústria do petróleo, com atividades em fase exploratória.

## 5.2 Materiais e Métodos

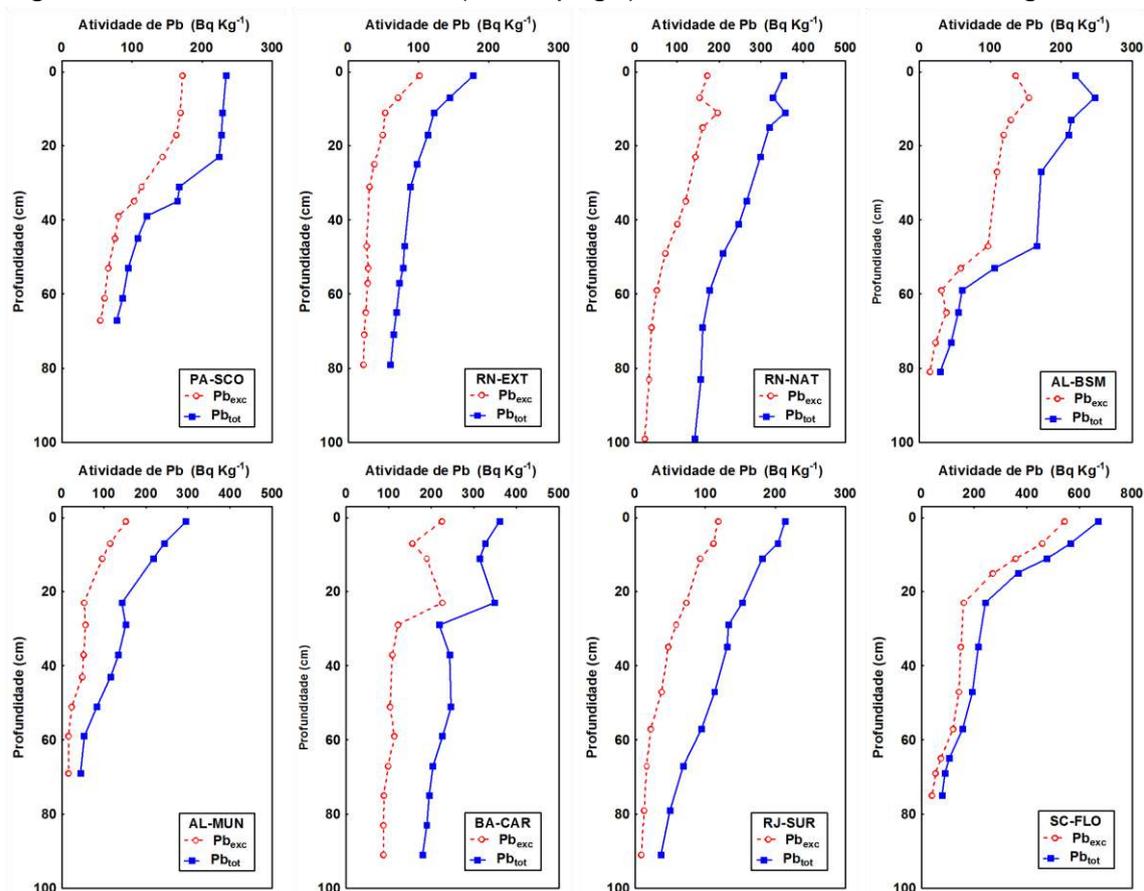
A área de estudo já foi detalhada no capítulo 2 e esquematizada no capítulo 4. Os métodos de amostragem e de análise foram descritos detalhadamente no capítulo 3.

### 5.3 Resultados e Discussão

#### 5.3.1, Geocronologia por $^{210}\text{Pb}$

Os valores das atividades de  $^{210}\text{Pb}$  total e  $^{226}\text{Ra}$  (APÊNDICE – Tabelas 28 a 35) foram determinados em 12 camadas de cada testemunho de sedimento para a obtenção das concentrações de  $^{210}\text{Pb}$  em excesso ( $^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}$ ). O  $^{210}\text{Pb}$  total e  $^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}$  apresentaram um decaimento de suas atividades com a profundidade em todos os testemunhos de sedimento estudados (Figura 35), com variação de 29,5 a 671,2 e 9,02 a 543,4  $\text{Bq kg}^{-1}$ , respectivamente. Os maiores valores destas duas variáveis foram reportados em SC-FLO, na região sul do país. As concentrações dos radionuclídeos  $^{210}\text{Pb}$  total e  $^{226}\text{Ra}$  estiveram dentro da faixa de variação de outras regiões do Brasil e do mundo (BAO *et al.*, 2013; BARLAS SIMSEK; CAGATAY, 2014; DELBONO *et al.*, 2016; GODOY *et al.*, 2012; SANCHEZ-CABEZA *et al.*, 2014).

Figura 35: Atividades de  $^{210}\text{Pb}$  (em  $\text{Bq kg}^{-1}$ ) nos testemunhos de manguezais.



Legenda: PA-SCO: São Caetano de Odivelas (PA); RN-EXT: Extremoz (RN); RN-NAT: Natal (RN); AL-BSM: Barra de São Miguel (AL); AL-MUN: Lagoa Mundaú/Maceió (AL); BA-CAR: Caravelas (BA); RJ-SUR: Suruí/Magé (RJ); SC-FLO: Florianópolis (SC).

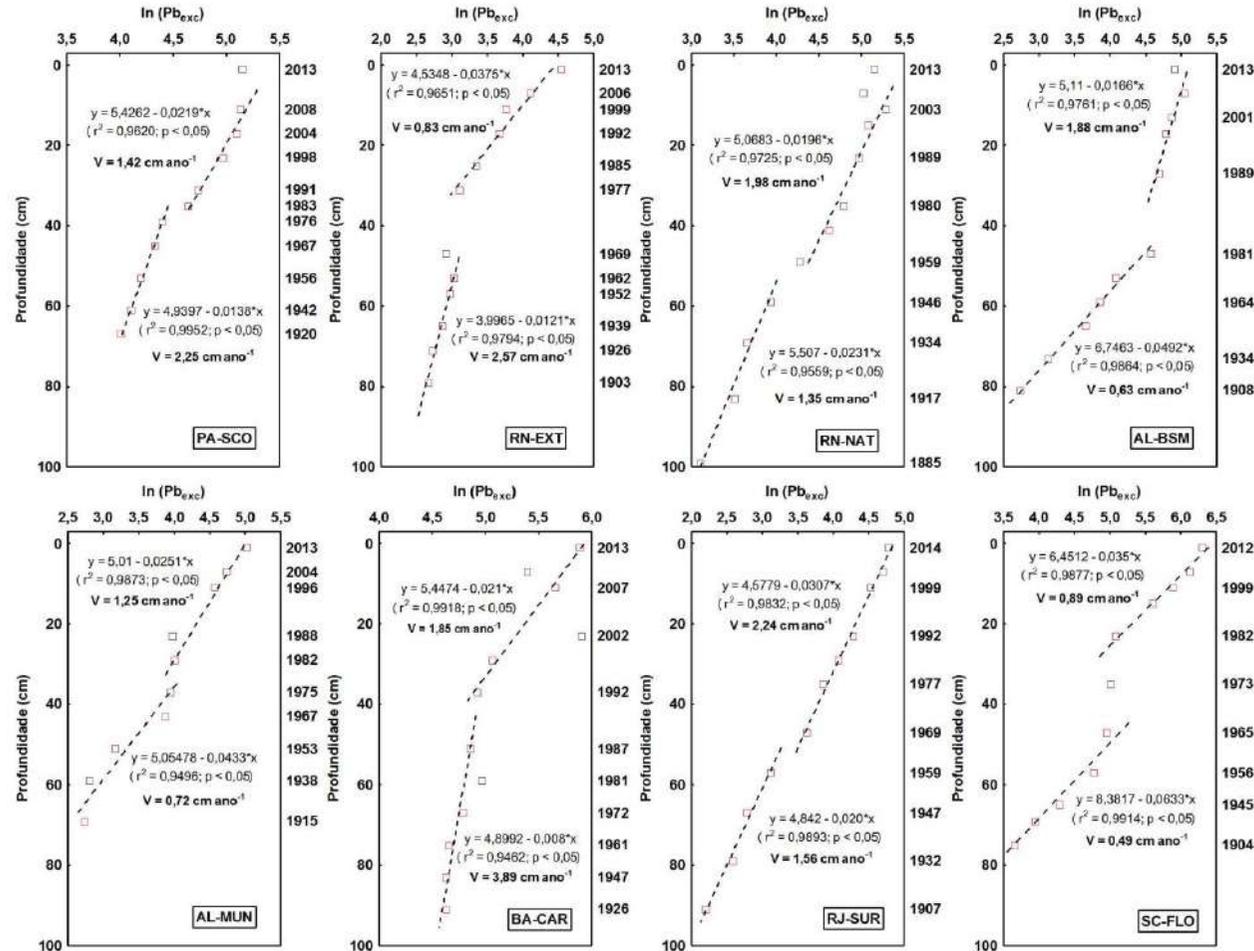
A partir desses resultados, e considerando-se a densidade das camadas sedimentares foi realizado o cálculo da geocronologia dos testemunhos usando o modelo de datação CRS. A tabela 19, apresenta detalhadamente os resultados da datação dos testemunhos das oito áreas de manguezais, baseados no decaimento de  $^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}$ .

Tabela 19: Geocronologia dos testemunhos das oito áreas de manguezais, baseados no decaimento de  $^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}$ .

Prof. (cm)	PA-SCO		RN-EXT		RN-NAT		AL-BSM		AL-MUN		BA-CAR		RJ-SUR		SC-FLO	
	Idade	Ano														
1	0,0	2013	0,0	2013	0,0	2013	0,0	2013	0,0	2013	0,0	2013	0,0	2014	0,0	2013
3	1,3	2012	2,1	2011	1,3	2012	1,4	2012	2,6	2010	0,8	2012	1,8	2012	1,9	2011
5	2,7	2010	4,1	2009	2,6	2010	2,8	2010	5,0	2008	1,6	2011	4,6	2009	3,8	2009
7	4,0	2009	6,3	2007	3,9	2009	4,2	2009	7,3	2006	2,4	2011	8,1	2006	5,8	2007
9	5,4	2008	8,4	2005	5,3	2008	5,7	2007	9,3	2004	3,1	2010	11,3	2003	7,8	2005
11	7,0	2006	10,5	2003	6,7	2006	7,1	2006	11,2	2002	4,0	2009	13,2	2001	10,0	2003
13	8,6	2004	12,3	2001	8,2	2005	8,4	2005	13,1	2000	5,2	2008	14,6	1999	12,2	2001
15	10,3	2003	14,2	1999	9,8	2003	9,6	2003	15,0	1998	6,4	2007	17,0	1997	14,3	1999
17	12,1	2001	16,1	1997	11,4	2002	11,0	2002	16,8	1996	7,6	2005	19,3	1995	16,2	1997
19	13,9	1999	18,0	1995	13,0	2000	12,3	2001	18,5	1994	8,9	2004	22,1	1992	18,2	1995
23	17,6	1995	22,0	1991	16,3	1997	15,3	1998	21,7	1991	11,6	2001	25,5	1989	22,0	1991
28	22,3	1991	27,0	1986	20,6	1992	19,1	1994	25,5	1987	14,9	1998	29,3	1985	26,7	1986
33	27,3	1986	31,8	1981	25,3	1988	23,2	1990	29,9	1983	17,5	1996	33,1	1981	31,6	1981
38	33,0	1980	36,7	1976	30,4	1983	27,7	1985	35,0	1978	20,0	1993	36,1	1978	36,6	1976
43	39,1	1974	42,2	1971	35,6	1977	32,6	1980	44,1	1969	22,9	1990	40,2	1974	42,2	1971
48	44,8	1968	47,0	1966	39,7	1973	36,9	1976	47,1	1966	25,6	1987	44,5	1970	47,1	1966
53	54,6	1958	55,4	1958	45,8	1967	44,0	1969	56,5	1956	30,5	1982	48,0	1966	55,6	1957
58	62,5	1951	62,0	1951	49,8	1963	48,8	1964	73,4	1940	34,5	1978	55,0	1959	62,5	1951
63	79,5	1934	73,9	1939	55,7	1957	56,7	1956	84,3	1929	41,7	1971	60,3	1954	76,3	1937
68	92,5	1920	82,8	1930	59,8	1953	64,9	1948	95,5	1915	47,3	1966	67,2	1947	85,9	1927
73			90,6	1922	66,3	1947	80,4	1933			57,0	1956	79,4	1935	109,0	1904
78			110,2	1903	71,3	1942	92,6	1920			64,6	1948	86,1	1928		
83					80,7	1932	105,0	1908			79,9	1933	97,3	1917		
88					91,2	1922					86,5	1926	104,2	1910		
93					103,1	1910							108,5	1906		
98					122,5	1890										

As taxas de sedimentação ( $v$ ) dos testemunhos foram calculadas através da inclinação das retas (coeficiente angular:  $a$ ) da regressão para as curvas dos perfis verticais do logaritmo natural ( $\ln$ ) dos dados de  $^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}$  (Figura 36), segundo APPLEBY; OLDFIELD (1992).

Figura 36: Perfil vertical de  $\ln(^{210}\text{Pb}_{\text{exc}})$ , retas de regressão com coeficientes de determinação, taxas de sedimentação e ano das camadas sedimentares datadas para os testemunhos de sedimentos dos manguezais estudados.



Legenda: PA-SCO: São Caetano de Odivelas (PA); RN-EXT: Extremoz (RN); RN-NAT: Natal (RN); AL-BSM: Barra de São Miguel (AL); AL-MUN: Lagoa Mundaú/Maceió (AL); BA-CAR: Caravelas (BA); RJ-SUR: Suruí/Magé (RJ); SC-FLO: Florianópolis (SC).

Conforme visto na figura 36 duas curvas distintas foram registradas para cada local, indicando alterações nas taxas de sedimentação ao longo do tempo. Em resumo, foi observado: (i) decréscimo nos valores das taxas de sedimentação nos testemunhos PA-SCO, N-EXT e BA-CAR em direção às camadas mais recentes; (ii) elevação das taxas de sedimentação ao longo do tempo nos demais manguezais estudados (RN-NAT, AL-BSM, AL-MUN, RJ-SUR e SC-FLO). De uma forma geral, as alterações nas taxas de sedimentação são marcadamente desde as décadas de 70 e 80, época de intenso avanço das taxas de urbanização, bem como atividades e pressões antrópicas na zona costeira do Brasil.

Tabela 20: Taxas de sedimentação nos testemunhos de sedimento nos manguezais brasileiros.

Local	Período (ano)	Taxa de Sedimentação (cm.ano <sup>-1</sup> )
PA-SCO	1980 - 2013	1,42
	1920 - 1976	2,20
RN-EXT	1973 - 2013	0,83
	1903 - 1969	2,57
RN-NAT	1970 - 2013	1,98
	1885 - 1946	1,35
AL-BSM	1980 - 2013	1,88
	1908 - 1981	0,63
AL-MUN	1882 - 2013	1,25
	1915 - 1975	0,72
BA-CAR	1992 - 2013	1,85
	1926 - 1985	3,89
RJ-SUR	1970 - 2014	2,24
	1907 - 1959	1,56
SC-FLO	1980 - 2013	0,89
	1904 - 1985	0,49

Legenda: PA-SCO: São Caetano de Odivelas (PA); RN-EXT: Extremoz (RN); RN-NAT: Natal (RN); AL-BSM: Barra de São Miguel (AL); AL-MUN: Lagoa Mundaú/Maceió (AL); BA-CAR: Caravelas (BA); RJ-SUR: Suruí/Magé (RJ); SC-FLO: Florianópolis (SC).

As taxas de sedimentação calculadas neste estudo estiveram próximas ou superiores àquelas encontradas em outras áreas de manguezais do Brasil: no Sistema estuarino da Grande Vitória - ES (0,73 cm.ano<sup>-1</sup> - GRILLO *et al.*, 2013), Ilha Grande - RJ (0,17 cm.ano<sup>-1</sup> - SANDERS *et al.*, 2008); e do mundo: Terengganu (1,11 cm.ano<sup>-1</sup> - KAMARUZZAMAN; ONG, 2008) na Malásia, Tamil Nadu, Índia (0,35 cm.ano<sup>-1</sup> - RANJAN *et al.*, 2011), Ilha Hainan (0,27 cm.ano<sup>-1</sup> - BAO *et al.*, 2013), no Vietnã (2,44 cm.ano<sup>-1</sup> - MACKENZIE *et al.*, 2016) e Guangxi (0,60 cm.ano<sup>-1</sup> - KAISER *et al.*, 2016), na China.

### 5.3.2 Características gerais do sedimento

Os oito testemunhos analisados apresentaram diferentes características ao longo do perfil com relação ao pH, potencial redox, teor de finos e composição elementar (COT e NT). Os resultados obtidos para essas propriedades gerais estão expressos na tabela 21 e figura 37, respectivamente. Os dados completos estão disponíveis no Apêndice (Tabelas 36 a 43).

Tabela 21: Valores mínimos (Min), máximos (Máx), médias (Méd), desvios padrão (DP) e medianas (Medn) das características gerais dos sedimentos de manguezais.

Local		pH	Eh (mV)	Silte +Argila (%)	COT (%)	NT (%)	C/N (molar)
PA-SCO	<i>Med</i>	6,49	139	76,0	2,10	0,15	16,60
	<i>DP</i>	0,24	140	9,6	0,37	0,02	2,81
	<i>Min</i>	6,01	12	51,2	1,43	0,12	13,59
	<i>Máx</i>	6,82	670	92,4	3,07	0,18	22,49
	<i>Medn</i>	6,50	101	80,1	2,08	0,14	15,16
RN-EXT	<i>Med</i>	6,60	40	57,4	1,96	0,11	20,90
	<i>DP</i>	0,10	20	6,6	0,40	0,02	2,06
	<i>Min</i>	6,42	11	48,5	1,18	0,08	16,58
	<i>Máx</i>	6,70	79	68,8	2,76	0,14	24,91
	<i>Medn</i>	6,63	43	54,8	1,92	0,10	20,34
RN-NAT	<i>Med</i>	7,08	-61	60,5	4,72	0,16	33,40
	<i>DP</i>	0,22	110	9,5	1,85	0,04	6,37
	<i>Min</i>	6,81	-148	45,1	1,80	0,10	19,43
	<i>Máx</i>	7,47	188	80,1	9,90	0,28	43,40
	<i>Medn</i>	6,99	-112	57,9	4,36	0,15	33,39
AL-BSM	<i>Med</i>	7,63	-59	87,9	1,31	0,09	17,40
	<i>DP</i>	0,15	109	2,9	0,44	0,02	3,17
	<i>Min</i>	7,25	-224	79,0	0,45	0,03	10,65
	<i>Máx</i>	7,85	283	91,5	2,14	0,13	22,81
	<i>Medn</i>	7,66	-87	88,2	1,36	0,09	17,59
AL-MUN	<i>Med</i>	5,65	162	83,6	5,42	0,22	27,40
	<i>DP</i>	0,21	63	8,0	2,32	0,04	8,15
	<i>Min</i>	5,18	20	63,8	2,52	0,16	14,07
	<i>Máx</i>	6,19	266	93,5	10,20	0,32	39,88
	<i>Medn</i>	5,69	175	86,9	5,40	0,22	29,21
BA-CAR	<i>Med</i>	7,33	13	69,8	4,92	0,20	27,02
	<i>DP</i>	0,14	241	2,8	2,77	0,04	9,98
	<i>Min</i>	7,17	-520	64,1	2,13	0,12	14,06
	<i>Máx</i>	7,73	208	77,3	13,71	0,29	55,16
	<i>Medn</i>	7,30	109	66,6	4,45	0,20	28,79
RJ-SUR	<i>Med</i>	6,68	-144	83,9	3,44	0,14	27,04
	<i>DP</i>	0,09	65	7,6	1,54	0,04	5,85
	<i>Min</i>	6,52	-305	70,2	1,09	0,07	14,62
	<i>Máx</i>	6,96	-51	96,2	6,96	0,24	39,90
	<i>Medn</i>	6,68	-134	84,9	3,41	0,14	27,97
SC-FLO	<i>Med</i>	6,85	254	77,8	3,06	0,26	13,49
	<i>DP</i>	0,74	20	5,56	1,31	0,09	1,45
	<i>Min</i>	5,55	231	68,5	0,83	0,07	11,00
	<i>Máx</i>	7,84	294	85,0	5,72	0,41	15,80
	<i>Medn</i>	7,12	247	80,2	3,15	0,26	13,69

Os testemunhos apresentaram uma faixa ampla para os valores de pH (5,2 a 7,8) e Eh (-520 a +670 mV), que indicam variabilidade espacial e temporal nos processos de degradação e acúmulo de matéria orgânica nos sedimentos de manguezais. De uma forma geral, as principais oscilações ocorreram nos primeiros 20 cm de profundidade (Figura 37). Os testemunhos PA-SCO, RN-EXT, AL-MUN apresentaram condições mais ácidas e oxidantes, com pouca variação ao longo dos perfis, enquanto que em RN-NAT, AL-BSM e BA-CAR foram encontrados valores médios de pH superiores a 7 e alterações quanto ao caráter oxidante e redutor nas camadas superficiais conforme o aumento da profundidade. Cabe ressaltar, uma ampla faixa de variação dos valores de pH registrada em SC-FLO, já RJ-SUR exibiu perfis homogêneos quanto a essas variáveis, mas se destaca quanto à condição anóxica de suas camadas sedimentares.

A fração lama (silte + argila) foi a principal componente sedimentológica presente ao longo de todos os testemunhos estudados variando de 45 % a 96 % do total. Os testemunhos PA-SCO, AL-BSN, AL-MUN, BA-CAR, RJ-SUR e SC-FLO apresentam um perfil sedimentar mais enriquecido em partículas finas, com valores médios iguais ou superiores a 70%. Já os manguezais RN-EXT ( $57 \pm 7\%$ ) e RN-NAT ( $60 \pm 9\%$ ) apresentaram granulometria relativamente mais grosseira. Como mostrado na figura 37, alguns desses perfis reportaram uma variabilidade temporal quanto à contribuição de partículas finas, ora com decréscimo (AL-MUN, SC-FLO e PA-SCO), ora com incremento (RN-EXT, RN-NAT e RJ-SUR) dos teores de lama nas camadas mais superficiais (20 cm até o topo). Em RJ-SUR este acréscimo do teor de finos é precedido por uma redução do percentual de lama a partir da camada 60 cm (década de 50). Estas variabilidades de tamanhos de grão nas amostras apontam para mudanças nos padrões de sedimentação locais nas últimas décadas, confirmadas pelas alterações registradas nas taxas de sedimentação dos testemunhos estudados.

Figura 37: Distribuição vertical das características gerais dos sedimentos dos manguezais brasileiros (continua).

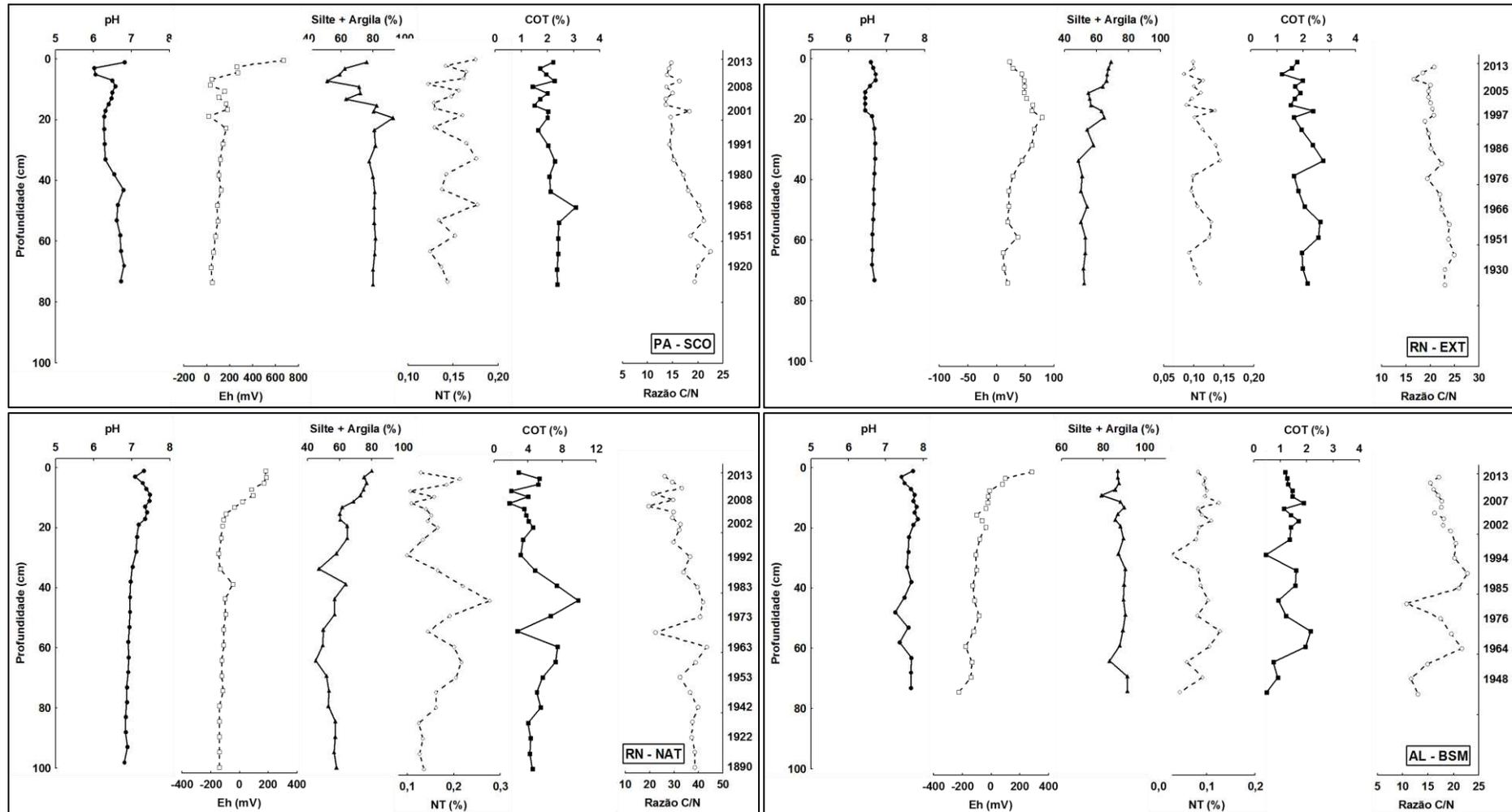
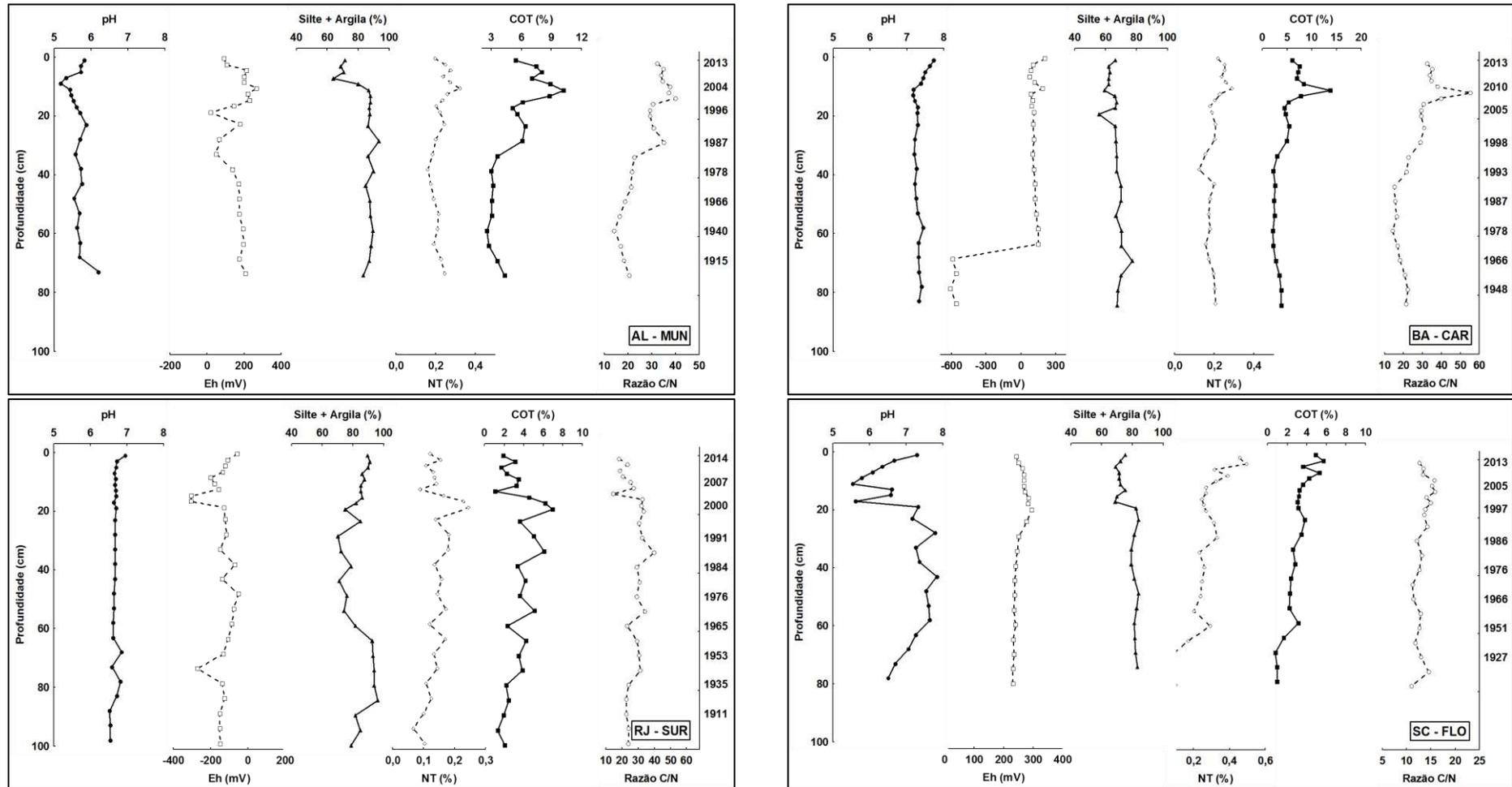


Figura 37: (Cont.) Distribuição vertical das características gerais dos sedimentos dos manguezais brasileiros (conclusão).



Legenda: PA-SCO: São Caetano de Odivelas (PA); RN-EXT: Extremoz (RN); RN-NAT: Natal (RN); AL-BSM: Barra de São Miguel (AL); AL-MUN: Lagoa Mundaú/Maceió (AL); BA-CAR: Caravelas (BA); RJ-SUR: Suruí/Magé (RJ); SC-FLO: Florianópolis (SC).

As concentrações de COT oscilaram de 0,45 a 13,7% nos manguezais brasileiros. Essas concentrações inserem-se na faixa de variação encontrada em manguezais mundiais (RANJAN *et al.*, 2011; BAO *et al.*, 2013; YANG *et al.*, 2013; WU *et al.*, 2014; VAEZZADEH *et al.*, 2015). Especialmente, os maiores valores de COT foram reportados para AL-MUN ( $5,4 \pm 2,3\%$ ), seguido por BA-CAR ( $4,9 \pm 2,1\%$ ), RN-NAT ( $4,7 \pm 1,8\%$ ), RJ-SUR ( $3,4 \pm 1,5\%$ ) e SC-FLO ( $3,1 \pm 1,3\%$ ).

As florestas PA-SCO, RN-EXT e AL-BSM apresentaram pouca variação nos valores de COT ao longo das camadas de sedimento ( $2,1 \pm 0,4\%$ ,  $1,9 \pm 0,4\%$  e  $1,3 \pm 0,4\%$ , respectivamente). Em outros perfis sedimentares, nota-se uma tendência geral de aumento, da base para o topo, nos valores de COT para BA-CAR (com destaque para um pico máximo em 11 cm (2009) e SC-FLO.

Os manguezais RN-NAT, AL-MUN e RJ-SUR, localizados em regiões metropolitanas, tiveram grande variabilidade nos teores de COT nos sedimentos ao longo dos perfis sedimentares. RN-NAT e RJ-SUR apresentaram um aumento na década de 70 com subsequente decréscimo em direção às camadas superficiais. Já em AL-MUN foram registrados valores marcadamente maiores a partir das camadas referentes às décadas de 80, o que sugere que a deposição orgânica deve ser favorecida com o aumento de atividades antrópicas e crescente urbanização na região nas últimas décadas.

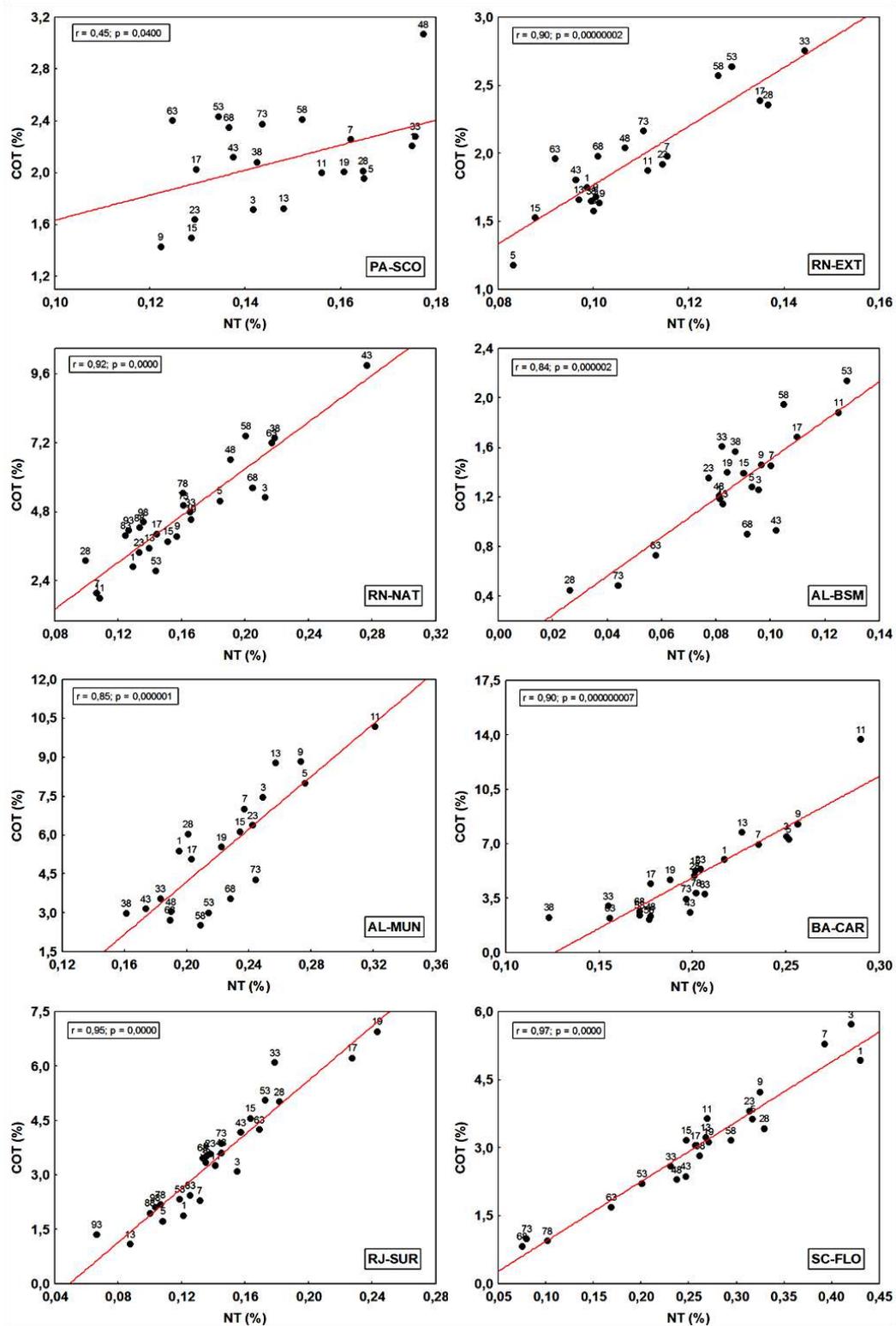
Os dados de NT, com variação de 0,03 a 0,49 %, acompanharam as mesmas oscilações do COT ao longo dos perfis, no entanto os maiores valores foram encontrados em SC-FLO ( $0,27 \pm 0,1\%$ ), que se destaca dos demais. A presença de forte correlação positiva ( $R > 0,85$ ;  $p < 0,00001$ ,  $n = 160$ ) entre os teores de COT e NT, exceto para PA-SCO ( $R=0,45$ ;  $n=20$ ) (Figura 39), permitiram confirmar a natureza predominantemente orgânica do nitrogênio, sendo adequado utilizar seus conteúdos na razão molar C/N para avaliar as fontes da matéria orgânica sedimentar.

As razões molares C/N variaram de 10,6 a 55,2 nos manguezais estudados. Os valores médios da razão C/N em PA-SCO ( $16,6 \pm 2,8$ ), AL-BSM ( $13,1 \pm 4,4$ ), SC-FLO ( $13,3 \pm 1,4$ ) foram bem inferiores aos encontrados nos

sedimentos de RN-EXT ( $20,9 \pm 2,1$ ), RN-NAT ( $33,4 \pm 6,4$ ), AL-MUN ( $27,4 \pm 8,1$ ), BA-CAR ( $27,0 \pm 10,0$ ), RJ-SUR ( $27,0 \pm 5,8$ ), o que sugere contribuições distintas de matéria orgânica para os perfis de sedimento, variando desde uma mistura de fontes ( $4 < C/N < 20$ ), terrestre com contribuições de origem marinha, mas preponderantemente de fonte terrestre ( $C/N > 20$ ) (MEYERS, 1997; 2003), oriunda do próprio manguezal, principalmente representada pelo aporte de serapilheira para os sedimentos.

Ao longo do tempo, observou-se um ligeiro decréscimo nas razões C/N em direção à superfície dos testemunhos PA\_SCO, RN-EXT, RN-NAT, AL-BSM, RJ-SUR (Figura 38), mas em AL-MUN e BA-CAR ocorre o inverso com aumento nos valores a partir de 40 cm (década de 90).

Figura 38: Correlação entre Nitrogênio total vs Carbono orgânico (%) nas amostras de sedimento dos testemunhos analisados nos manguezais brasileiros.



Legenda: COT: Carbono orgânico total e NT: Nitrogênio total; PA-SCO: São Caetano de Odivelas (PA); RN-EXT: Extremoz (RN); RN-NAT: Natal (RN); AL-BSM: Barra de São Miguel (AL); AL-MUN: Lagoa Mundaú/Maceió (AL); BA-CAR: Caravelas (BA); RJ-SUR: Suruí/Magé (RJ); SC-FLO: Florianópolis (SC).

### 5.3.3. Hidrocarbonetos Alifáticos (HAs)

Os HAs foram caracterizados em relação à distribuição de n-alcenos e à presença de mistura complexa não-resolvida (MCNR) e do cálculo de razões diagnósticas (Tabela 22). Os resultados obtidos para todos os compostos individuais determinados neste estudo, bem como alguns cromatogramas dos testemunhos sedimentares estão listados no APÊNDICE – Tabelas 44 a 51 e Figuras 58 a 65.

A concentração do somatório dos n-alcenos ( $n-C_{12}$  a  $n-C_{38}$ ) ( $\sum n-Alc$ ) variou entre 0,21 a 88,0  $\mu g\ g^{-1}$  (peso seco), sendo os menores valores médios encontrados em AL-BSM ( $0,78 \pm 0,5\ \mu g\ g^{-1}$ ), PA-SCO ( $2,30 \pm 0,8\ \mu g\ g^{-1}$ ), RN-NAT ( $2,56 \pm 1,1\ \mu g\ g^{-1}$ ) e RN-EXT ( $3,08 \pm 0,4\ \mu g\ g^{-1}$ ), em contraste com SC-FLO ( $23,9 \pm 13,9\ \mu g\ g^{-1}$ ), AL-MUN ( $13,8 \pm 20,9\ \mu g\ g^{-1}$ ), RJ-SUR ( $9,07 \pm 4,0\ \mu g\ g^{-1}$ ) e BA-CAR ( $4,26 \pm 1,6\ \mu g\ g^{-1}$ ) (Tabela 22).

De uma forma geral, na distribuição de n-alcenos existe um claro predomínio dos homólogos ímpares de cadeias longas, na faixa  $n-C_{25}$  a  $n-C_{33}$ , sobre os de cadeias curtas. Todas as estações, tiveram valores da razão LMW/HMW menores que 1, o que aponta uma forte contribuição de matéria orgânica de origem terrestre (WANG *et al.*, 2006; SAKARI *et al.* 2008a), provavelmente representada pelo aporte da serapilheira das florestas de manguezal. Também foram calculados valores elevados do IPC da faixa de maior peso molecular ( $n-C_{24}$  a  $n-C_{36}$ ), entre 4 e 9, em detrimento aos baixos valores de IPC determinados na faixa de menor peso molecular ( $n-C_{12}$  a  $n-C_{22}$ ). No entanto, os testemunhos RN-EXT, AL-BSM e as camadas mais recentes de BA-CAR, apresentaram fontes de matéria orgânica marinha para os sedimentos (CLARK; BLUMER, 1967; MILLE *et al.*, 1992; MOYANO *et al.*, 1993; KILLOPS; KILLOPS, 2005).

Tabela 22: Valores médios, mínimos e máximos das concentrações (em  $\mu\text{g g}^{-1}$ , peso seco) de hidrocarbonetos alifáticos totais (HATs), n-alcenos, MCNR e razões diagnósticas para cada manguezal estudado.

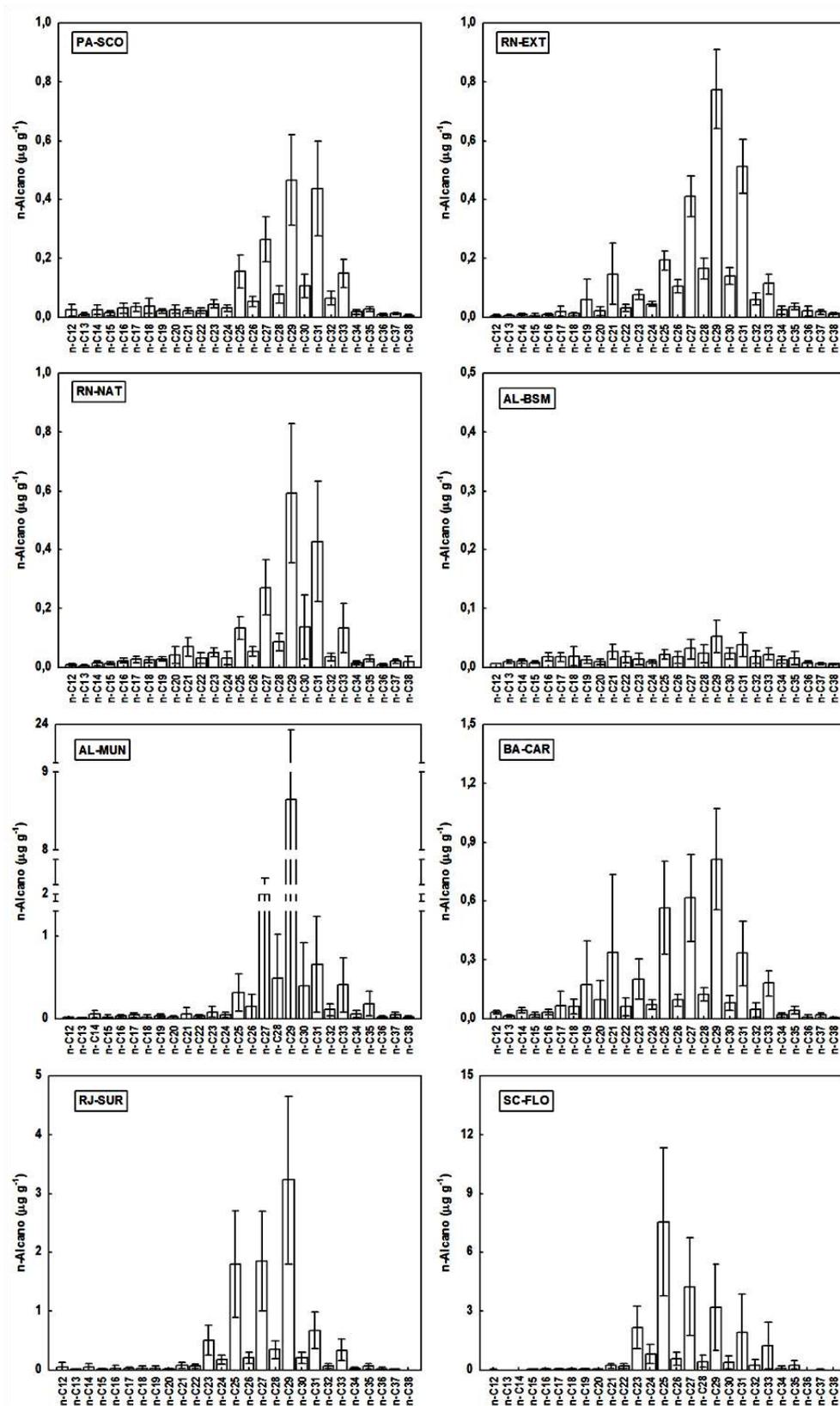
Local		$\Sigma$ n-alc	MCNR	HATs	IPC (12-22)	IPC (24-38)	MCNR/ $\Sigma$ Res	LMW/ HMW
PA-SCO	Med	2,30	n.d*	6,79	0,74	4,62	n.c*	0,18
	DP	0,77	n.d	2,96	0,33	0,73	n.c	0,09
	Min	0,98	n.d	1,90	0,12	2,57	n.c	0,06
	Máx	3,83	n.d	13,41	1,10	5,51	n.c	0,42
	Medn	2,17	n.d	6,40	0,84	4,72	n.c	0,17
RN-EXT	Med	3,08	n.d	7,38	4,01	4,13	n.c	0,19
	DP	0,43	n.d	1,62	2,14	0,77	n.c	0,22
	Min	2,31	n.d	5,13	1,12	2,65	n.c	0,06
	Máx	3,94	n.d	10,03	9,72	5,27	n.c	1,13
	Medn	3,11	n.d	7,16	3,83	4,08	n.c	0,16
RN-NAT	Med	2,56	20,73	16,77	0,85	4,76	3,42	0,27
	DP	1,13	15,56	14,47	0,54	1,11	2,35	0,16
	Min	1,13	n.d	3,77	0,21	1,46	0,76	0,12
	Máx	6,90	48,94	59,95	2,45	6,35	9,18	0,69
	Medn	2,55	11,84	12,01	0,71	4,87	2,67	0,21
AL-BSM	Med	0,78	n.d	3,11	1,54	2,17	n.c	0,63
	DP	0,48	n.d	1,25	0,97	0,59	n.c	0,30
	Min	0,22	n.d	0,77	0,23	1,37	n.c	0,29
	Máx	2,22	n.d	5,91	3,75	3,48	n.c	1,47
	Medn	0,67	n.d	2,94	1,11	2,14	n.c	0,56
AL-MUN	Med	13,77	47,43	47,79	1,28	7,36	1,18	0,12
	DP	20,87	38,15	67,56	1,18	3,42	0,16	0,17
	Min	0,21	n.d	0,54	0,62	1,36	1,01	0,01
	Máx	87,98	138,74	262,65	6,27	17,56	1,51	0,71
	Medn	6,68	33,79	24,74	0,96	6,76	1,12	0,07
BA-CAR	Med	4,26	n.d	9,71	2,08	6,77	n.c	0,44
	DP	1,57	n.d	3,62	1,70	1,10	n.c	0,37
	Min	2,22	n.d	5,14	0,43	4,45	n.c	0,13
	Máx	7,51	n.d	16,83	5,26	8,54	n.c	1,30
	Medn	4,21	n.d	8,21	1,54	6,87	n.c	0,24
RJ-SUR	Med	9,07	96,47	108,27	1,62	9,19	3,55	0,10
	DP	4,03	86,36	98,22	1,12	1,12	1,51	0,03
	Min	2,66	n.d	9,29	0,23	6,63	1,68	0,07
	Máx	18,64	300,62	344,30	4,85	12,61	6,88	0,20
	Medn	9,41	68,18	77,66	1,53	9,18	3,32	0,10
SC-FLO	Med	23,88	43,15	69,86	0,63	0,19	1,67	0,16
	DP	13,87	17,50	27,03	0,14	0,02	0,30	0,04
	Min	2,25	12,93	25,48	0,52	0,16	1,06	0,10
	Máx	48,00	69,26	99,70	1,19	0,24	2,03	0,29
	Medn	18,58	49,23	76,81	0,59	0,19	1,77	0,16

Legenda: MCNR: Mistura Complexa Não Resolvida; IPC: Índice Preferencial de Carbono na faixa de  $n\text{-C}_{12}$  a  $n\text{-C}_{38}$ ; IPC (12-22): Índice Preferencial de Carbono na faixa de  $n\text{-C}_{12}$  a  $n\text{-C}_{22}$ ; IPC (24-38): Índice Preferencial de Carbono na faixa de  $n\text{-C}_{24}$  a  $n\text{-C}_{38}$ ; MCNR/ $\Sigma$ Res: Mistura Complexa Não Resolvida/Somatário dos Resolvidos; LMW/HMW: ( $\Sigma$ n-alcenos de cadeias curtas [ $n\text{-C}_{12}$  a  $n\text{-C}_{23}$ ])/ $\Sigma$ n-alcenos de cadeias longas [ $n\text{-C}_{24}$  a  $n\text{-C}_{38}$ ]; \*n.d.: não detectado e n.c\*: não calculado, devido a ausência de MCNR nas camadas sedimentares. PA-SCO: São Caetano de Odivelas (PA); RN-EXT: Extremoz (RN); RN-NAT: Natal (RN); AL-BSM: Barra de São Miguel (AL); AL-MUN: Lagoa Mundaú/Maceió (AL); BA-CAR: Caravelas (BA); RJ-SUR: Suruí/Magé (RJ); SC-FLO: Florianópolis (SC).

O n-alcano de maior abundância nas amostras de sedimento variou entre as florestas de mangue estudadas (Figura 39). O n-C<sub>29</sub> foi o mais abundante, seguido do n-C<sub>31</sub> nos manguezais das regiões norte e nordeste PA-SCO, RN-EXT, RN-NAT, AL-BSM AL-MUN, BA-CAR. As amostras de RJ-SUR tiveram como n-alcano principal o n-C<sub>29</sub>, acompanhado pelo n-C<sub>25</sub> e n-C<sub>27</sub>. Em SC-FLO a ordem de abundância de n-alcenos foi n-C<sub>25</sub> > n-C<sub>27</sub> > n-C<sub>29</sub>. Estes resultados apontam provavelmente para a distinta composição das espécies de mangue nas florestas amostradas, *Avicennia germinans*, *Avicennia schaueriana*, *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa*, que ocorrem como florestas mono a pluriespecíficas ao longo do litoral brasileiro. As folhas dessas espécies, principais componentes da serapiheira, depositadas no sedimento, apresentam assinaturas distintas quanto ao n-alcano principal, função principalmente do mecanismo de defesa para evitar a perda de água em climas mais quentes. Desta forma, sintetizam n-alcenos de cadeias um pouco mais longas para a produção de ceras mais resistente em baixas latitudes (GAGOSIAN; PELTZER 1986; KOZLOWSKI; PALLARDY, 1997; PEDENTCHOUK *et al.*, 2008). Estas impressões se refletiram nos sedimentos dos manguezais brasileiros sob diferentes condições climáticas, cuja abundância de n-alcenos de cadeias mais longas se intensifica em direção às latitudes mais baixas, conforme encontrado por GAGOSIAN; PELTZER, (1986) para n-alcenos oriundos de plantas terrestres para sedimentos de regiões tropicais e temperadas.

Nas camadas mais recentes dos manguezais RN-EXT e BA-CAR. ainda que em menor abundância, merecem destaque os n-alcenos individuais de cadeia curta, n-C<sub>17</sub>, n-C<sub>19</sub> e n-C<sub>21</sub>, uma que vez são atribuídos a uma origem predominantemente fitoplanctônica (CLARK; BLUMER, 1967). A presença destes n-alcenos ímpares de menor peso molecular, além do material terrestre oriundo dos manguezais, é indicativa de fonte de matéria orgânica marinha, que aliada aos menores valores de razão molar C/N em RN-EXT, enfatiza a mistura dessas fontes de carbono orgânico para os sedimentos desses manguezais.

Figura 39: Valores médios ( $\pm$ desvio padrão) de n-Alcanos individuais, em  $\mu\text{g g}^{-1}$ , para cada testemunho de sedimento nos manguezais estudados.



Legenda: PA-SCO: São Caetano de Odivelas (PA); RN-EXT: Extremoz (RN); RN-NAT: Natal (RN); AL-BSM: Barra de São Miguel (AL); AL-MUN: Lagoa Mundaú/Maceió (AL); BA-CAR: Caravelas (BA); RJ-SUR: Suruí/Magé (RJ); SC-FLO: Florianópolis (SC).

Os níveis de Hidrocarbonetos Alifáticos Totais (HATs) oscilaram entre 0,54 e 381,7  $\mu\text{g g}^{-1}$ , com valores médios de  $35,4 \pm 63,0 \mu\text{g g}^{-1}$ . Nos perfis sedimentares de PA-SCO, RN-EXT, AL-BSM e BA-CAR foram registradas as menores concentrações de HATs, próximas a  $10 \mu\text{g g}^{-1}$ , típicas de locais com pouca influência humana (READMAN *et al.*, 2002). No entanto, estes locais diferem entre si quanto à tendência de variação ao longo do tempo. PA-SCO e RN-EXT apresentaram uma redução nos valores de HATs a partir da década de 70 até os dias atuais, período no qual também houve um decréscimo na taxa de sedimentação, bem como nos teores de matéria orgânica (COT e NT) nos sedimentos desses manguezais. Já os testemunhos, AL-BSM e BA-CAR exibiram, de uma forma geral, um aumento das concentrações de HATs nas últimas duas décadas (Figura 40).

Nos manguezais localizados próximos às regiões metropolitanas (RN-NAT, AL-MUN, RJ-SUR e SC-FLO) houve um aumento expressivo nos valores de HATs em direção às camadas mais recentes, principalmente representado pela MCNR (cerca de 50 a 90% do total dos alifáticos), feição típica indicativa da presença de óleo degradado no ambiente (SIMONEIT, 2002). O aumento recente dos HATs teve intensidades e escalas temporais distintas ao longo da costa brasileira.

A partir do início da década de 90, com a presença da indústria sulcro-alcooleira e crescimento acelerado da urbanização mediante a retomada do crescimento do país, os manguezais da região nordeste, próximos às capitais Natal (RN) e Maceió (AL), apresentaram um aumento nos níveis de HATs, cujas concentrações variaram de 10 a 49  $\mu\text{g g}^{-1}$  (RN-NAT) e 22 a 139  $\mu\text{g g}^{-1}$  (AL-MUN). Este aumento foi em grande parte originado pela presença de MCNR nestas camadas sedimentares, o que permite inferir uma contaminação por hidrocarbonetos petrogênicos nesses locais, confirmados pelos elevados valores de HATs em AL-MUN (acima de  $100 \mu\text{g g}^{-1}$ ) e da razão MCNR/Res em RN-NAT (superiores a 4), na última década (MAZUREK; SIMONEIT, 1984; VOLKMAN *et al.*, 1992; TOLOSA *et al.*, 1996; READMAN *et al.*, 2002).

Figura 40 - Distribuição vertical de n-alcenos, MCNR e HATs (em  $\mu\text{g g}^{-1}$ , peso seco) nos perfis sedimentares. Em destaque as datas de derramamentos de petróleo ocorridos na baía de Guanabara (gota preta) que podem ter influenciado RJ-SUR (continua)

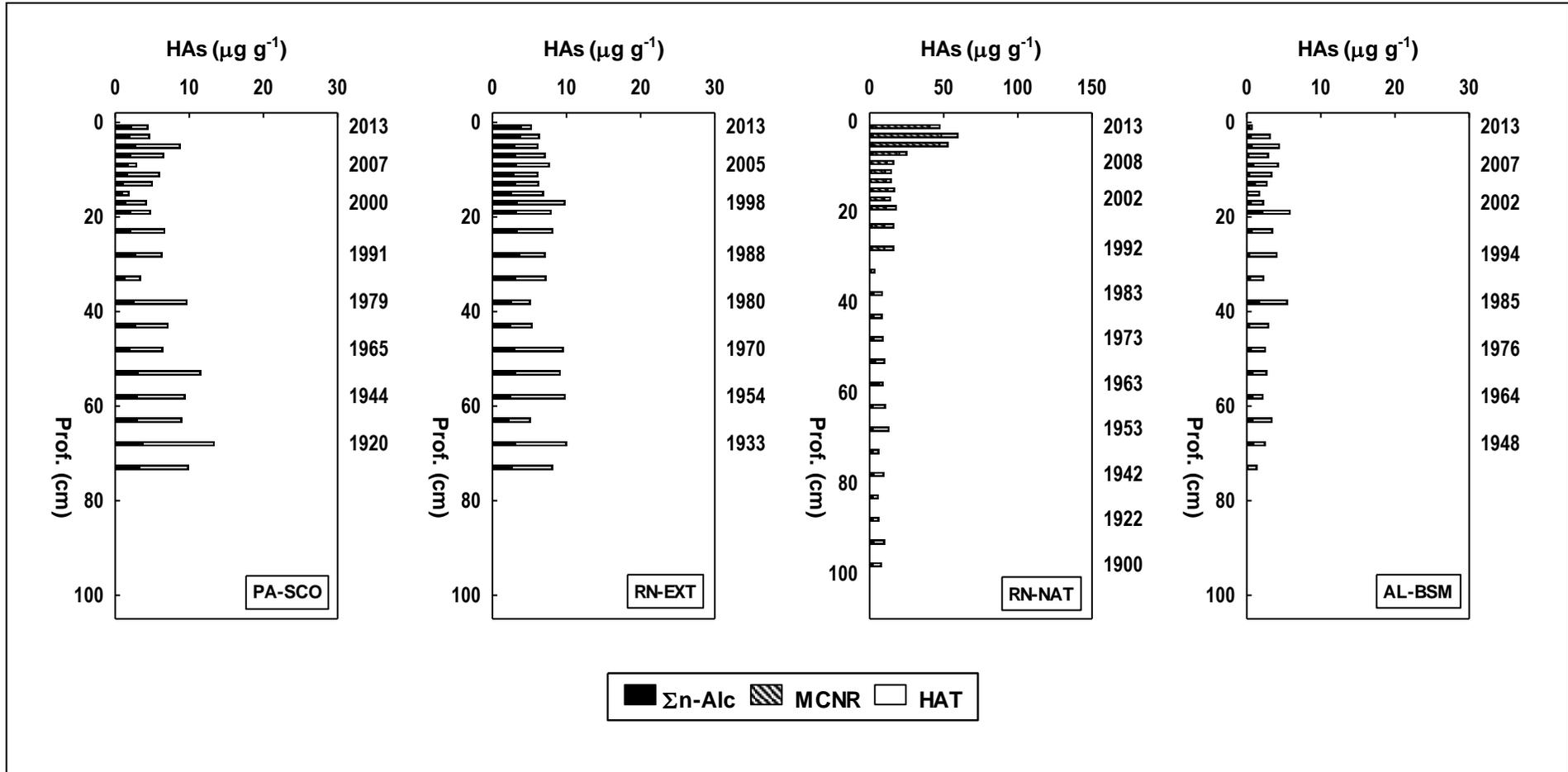
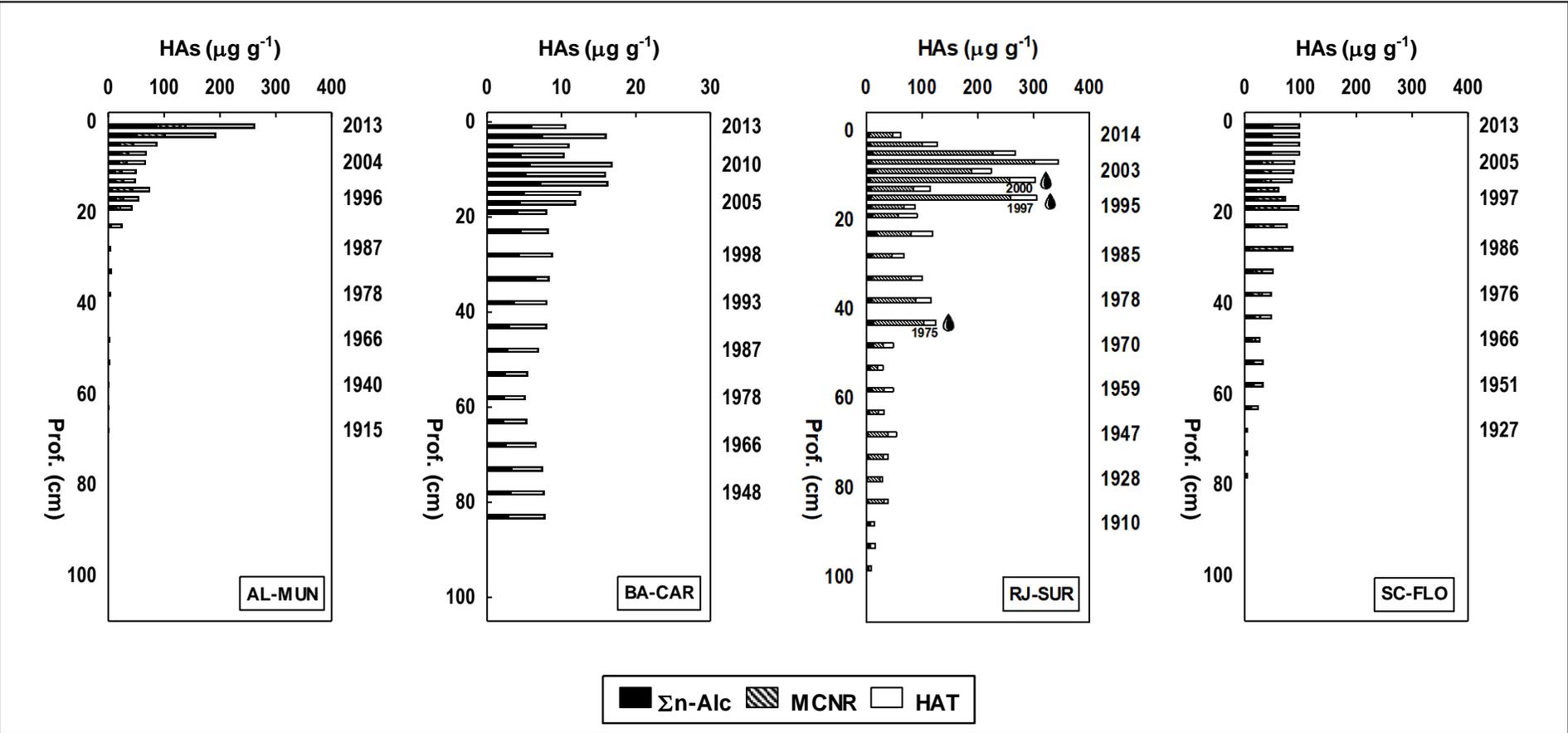


Figura 40 - Distribuição vertical de n-alcenos, MCNR e HATs (em  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) nos perfis sedimentares. Em destaque as datas de derramamentos de petróleo ocorridos na baía de Guanabara (gota preta) que podem ter influenciado RJ-SUR (conclusão)



Legenda: PA-SCO: São Caetano de Odiveiras (PA); RN-EXT: Extremoz (RN); RN-NAT: Natal (RN); AL-BSM: Barra de São Miguel (AL); AL-MUN: Lagoa Mundaú/Maceió (AL); BA-CAR: Caravelas (BA); RJ-SUR: Suruí/Magé (RJ); SC-FLO: Florianópolis (SC).

Nos manguezais RJ-SUR (HATs:  $108,3 \pm 98,2 \mu\text{g g}^{-1}$ ; MCNR:  $96,5 \pm 83,4 \mu\text{g g}^{-1}$ ) e SC-FLO (HATs:  $69,9 \pm 27,0 \mu\text{g g}^{-1}$ ; MCNR:  $43,1 \pm 17,5 \mu\text{g g}^{-1}$ ), os indícios de contaminação por hidrocarbonetos antropogênicos foram mais pretéritos, desde as décadas de 20 e 40, respectivamente. No entanto, foi a partir da década de 70 que as concentrações de MCNR e HATs se acentuaram, com destaque para RJ-SUR. Nesta região existem aportes crônicos de efluentes domésticos e industriais, bem como agudos como, por exemplo, os grandes derrames de óleo acidentais na Baía de Guanabara, registrados ao longo do perfil (Figura 41). São eles: (i) rompimento do casco do navio iraquiano *Tarik Ibn Ziyad* (Mar/1975 - 6 milhões de litros), (ii) rompimento de oleodutos da Refinaria de Duque de Caxias - REDUC (Mar/1997 – 2,7 milhões de litros; Jan/2000 – 1,3 milhões de litros) e (iii) descarrilamento de trem com óleo diesel (Abr/2005 - 60 mil litros). Os maiores valores de HAT em RJ-SUR ( $9,3 - 344,0 \mu\text{g g}^{-1}$ ) em relação a SC-FLO ( $6,2 - 98,0 \mu\text{g g}^{-1}$ ), assim como de MCNR (RJ-SUR:  $21,0$  e  $300,0 \mu\text{g g}^{-1}$ ; SC-FLO:  $18,9 - 73,0 \mu\text{g g}^{-1}$ ) são fruto desta maior incidência de eventos agudos e da magnitude dos aportes crônicos no manguezal da região sudeste. As elevadas concentrações de hidrocarbonetos alifáticos nas florestas de mangue de Florianópolis e da baía de Guanabara estão dentro da faixa de variação de outros manguezais brasileiros que recebem quantidades importantes de aporte antrópico, tais como baía de Todos os Santos (BA) (MEDEIROS *et al.*, 2005) e estuário de Santos (BICEGO *et al.*, 2006).

#### 5.3.4. Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)

Os sedimentos de manguezais apresentaram uma ampla faixa de valores para o total de HPAs ( $\Sigma$ HPAs), somatório de 38 compostos (APÊNDICE – Tabelas 52 a 59), com variações que chegaram a quatro ordens de grandeza (de  $4,2$  até  $4.877,0 \text{ ng g}^{-1}$ , peso seco) (Tabela 23).

Tabela 23: Valores médios (Med), mínimos (Min) e máximos (Máx) e medianos (Medn) das concentrações de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos totais ( $\Sigma$ HPAs),  $\Sigma$ 16HPAs, % 2-3 anéis, % 4-6 anéis, alquilados totais ( $\Sigma$ Alquil) e razões diagnósticas.

Local		$\Sigma$ 16HPAs	$\Sigma$ HPAs	% 2-3 anéis	% 4-6 anéis	$\Sigma$ Alquil	Ant/ Ant+Fen	Flu/ Flu+Pir	BaA/ BaA+Cr	IP/ IP+Bgh
PA- SCO	Med	6,52	15,43	41,62	58,38	n.d	0,23	0,55	0,29	0,51
	DP	2,51	5,81	9,36	9,36	n.d	0,08	0,03	0,14	0,08
	Min	2,29	6,73	24,10	42,78	n.d	0,12	0,50	0,05	0,41
	Máx	12,36	27,59	57,22	75,90	n.d	0,43	0,63	0,50	0,72
	Medn	5,70	14,19	42,14	57,86	n.d	0,22	0,54	0,34	0,51
RN- EXT	Med	9,05	12,28	39,78	60,22	n.d	0,36	0,52	0,34	0,56
	DP	4,68	5,41	11,90	11,90	n.d	0,19	0,09	0,17	0,04
	Min	2,27	4,17	18,24	36,16	n.d	0,20	0,43	0,05	0,50
	Máx	19,76	24,09	63,84	81,76	n.d	0,87	0,88	0,54	0,65
	Medn	10,03	12,09	38,08	61,92	n.d	0,28	0,51	0,43	0,56
RN- NAT	Med	24,33	43,96	62,91	37,09	13,70	0,59	0,59	0,37	0,60
	DP	19,74	23,59	25,00	25,00	4,39	0,07	0,11	0,17	0,07
	Min	6,47	19,36	27,90	8,11	8,09	0,37	0,32	0,10	0,52
	Máx	76,43	105,47	91,89	72,10	24,26	0,71	0,75	0,84	0,91
	Medn	12,22	35,82	73,01	26,99	12,02	0,59	0,62	0,30	0,60
AL- BSM	Med	25,31	28,79	37,51	62,49	n.d	0,17	0,63	0,17	0,48
	DP	20,47	22,61	14,14	14,14	n.d	0,04	0,03	0,11	0,06
	Min	4,20	5,16	19,24	35,41	n.d	0,12	0,57	0,01	0,41
	Máx	67,39	74,97	64,59	80,76	n.d	0,28	0,69	0,45	0,58
	Medn	18,32	21,40	33,45	66,55	n.d	0,16	0,63	0,17	0,44
AL- MUN	Med	21,50	40,35	72,71	27,29	13,66	0,30	0,65	0,33	0,54
	DP	19,26	27,63	16,75	16,75	5,11	0,15	0,07	0,15	0,11
	Min	6,01	15,36	45,43	8,37	6,83	0,08	0,44	0,22	0,24
	Máx	80,34	113,42	91,63	54,57	25,65	0,71	0,77	0,86	0,70
	Medn	14,22	33,64	79,64	20,36	12,51	0,34	0,67	0,25	0,60
BA- CAR	Med	25,66	35,56	33,63	66,37	n.d	0,15	0,55	0,17	0,59
	DP	17,15	19,86	12,44	12,44	n.d	0,04	0,06	0,13	0,07
	Min	7,82	14,21	11,57	41,05	n.d	0,10	0,39	0,02	0,48
	Máx	70,51	88,61	58,95	88,43	n.d	0,23	0,64	0,47	0,78
	Medn	22,16	31,53	30,01	69,99	n.d	0,14	0,55	0,11	0,58
RJ- SUR	Med	184,61	908,49	53,65	46,35	660,23	0,64	0,22	0,32	0,33
	DP	175,78	1134,55	15,24	15,24	939,30	0,08	0,15	0,08	0,18
	Min	19,38	61,17	27,79	10,26	32,66	0,54	0,07	0,20	0,09
	Máx	630,43	4877,47	89,74	72,21	3953,43	0,96	0,49	0,50	0,81
	Medn	111,28	547,30	52,48	47,52	369,42	0,63	0,19	0,30	0,31
SC- FLO	Med	50,17	60,62	31,83	68,17	n.d	0,52	0,65	0,37	0,70
	DP	19,18	22,84	9,35	9,35	n.d	0,06	0,03	0,09	0,12
	Min	8,18	10,77	15,67	50,87	n.d	0,37	0,58	0,09	0,44
	Máx	81,16	96,84	49,13	84,33	n.d	0,67	0,70	0,55	0,90
	Medn	53,10	63,14	33,70	66,30	n.d	0,51	0,65	0,36	0,70

Legenda: n.d: não detectado; Ant/ Ant+Fen: antraceno/antraceno+fenantreno; Flu/ Flu+Pir: fluoranteno/ fluoranteno+pireno, BaA/BaA+Cri: Benzo(a)antraceno/ Benzo(a)antraceno+Criseno; I-Pi/I-Pi+BghiPe: Indeno(1,2,3-cd)pireno/ Indeno(1,2,3-cd)pireno+Benzo(g,h,i)perileno. PA-SCO: São Caetano de Odivelas (PA); RN-EXT: Extremoz (RN); RN-NAT: Natal (RN); AL-BSM: Barra de São Miguel (AL); AL-MUN: Lagoa Mundaú/Maceió (AL); BA-CAR: Caravelas (BA); RJ-SUR: Suruí/Magé (RJ); SC-FLO: Florianópolis (SC).

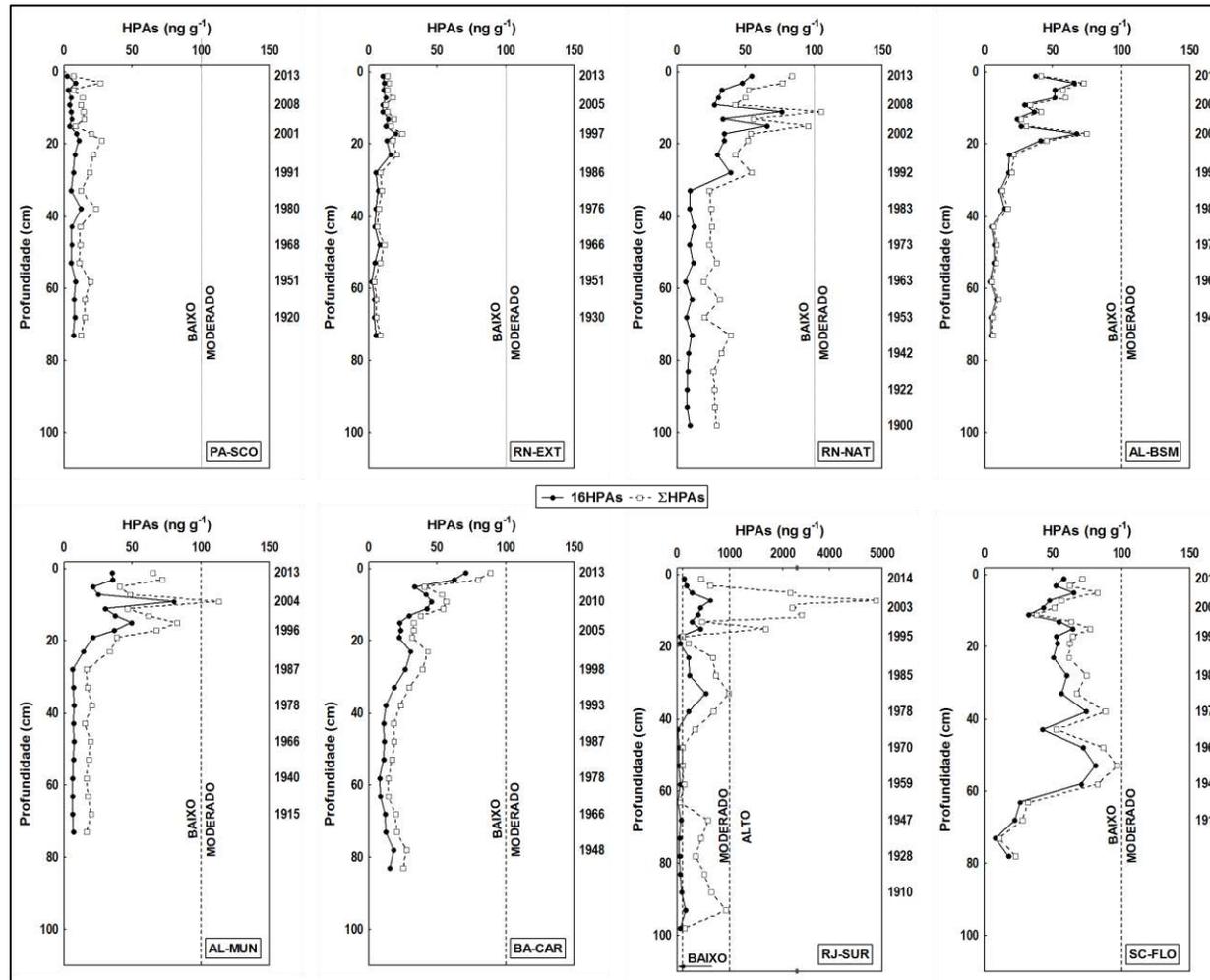
As maiores concentrações de  $\Sigma$ HPAs foram reportadas para RN-NAT ( $43,9 \pm 23,6 \text{ ng g}^{-1}$ ), AL-MUN ( $40,3 \pm 27,6 \text{ ng g}^{-1}$ ), SC-FLO ( $60,6 \pm 22,8 \text{ ng g}^{-1}$ ) e, em destaque, RJ-SUR ( $908,5 \pm 1134,0 \text{ ng g}^{-1}$ ), localizados em regiões metropolitanas. Em contraste, as menores concentrações de HPAs foram registradas em PA-SCO ( $15,9 \pm 6,6 \text{ ng g}^{-1}$ ), RN-EXT ( $12,3 \pm 5,4 \text{ ng g}^{-1}$ ), seguidos por AL-BSM ( $28,8 \pm 22,6 \text{ ng g}^{-1}$ ) e BA-CAR ( $35,6 \pm 19,9 \text{ ng g}^{-1}$ ), e (Tabela 23). Contudo, apesar da ausência de hidrocarbonetos alifáticos antropogênicos (MCNR) nestas estações, seus valores de HPAs merecem atenção, como será discutido adiante.

As concentrações do  $\Sigma 16$ HPAs prioritários pela USEPA variaram de 2,3 a  $630,0 \text{ ng g}^{-1}$  e tiveram variações espaciais e temporais semelhantes às de  $\Sigma$ HPAs, conforme já descritas acima. Os perfis de PA-SCO e RN-EXT exibiram baixas concentrações do  $\Sigma 16$ HPAs (sempre  $< 20 \text{ ng g}^{-1}$ ) em todas as camadas de sedimento. Por outro lado, nos demais testemunhos há um acentuado aumento nos valores de  $\Sigma 16$ HPAs em direção às décadas mais recentes (Figura 41).

Os perfis de  $\Sigma$ HPAs e  $\Sigma 16$ HPAs (Figura 41) permitem visualizar as tendências e o nível de contaminação dos manguezais brasileiros por esses compostos, conforme classificação de BAUMARD (1998b), ao longo do último século.

Os manguezais PA-SCO e RN-EXT apresentaram concentrações muito abaixo da faixa de contaminação baixa, com pouca variação ao longo do tempo. Já, os testemunhos coletados nos manguezais RN-NAT, AL-BSM, AL-MUN,, e BA-CAR, apesar de estarem dentro desta faixa, tiveram uma tendência de aumento nas concentrações de  $\Sigma 16$ HPAs em direção às camadas mais recentes, sedimentadas a partir da década 90 e, mais preteritamente em SCO, na década de 50.. Desta forma, as maiores concentrações determinadas nestes manguezais, se aproximaram do valor limite proposto como grau moderado de contaminação por HPAs ( $100 \text{ ng g}^{-1}$ ), apenas alcançado em RJ-SUR.

Figura 41: Distribuição vertical dos HPAs ( $\text{ng g}^{-1}$ , peso seco) em perfis de sedimento dos manguezais do Brasil.



Legenda: PA-SCO: São Caetano de Odivelas (PA); RN-EXT: Extremoz (RN); RN-NAT: Natal (RN); AL-BSM: Barra de São Miguel (AL); AL-MUN: Lagoa Mundaú/Maceió (AL); BA-CAR: Caravelas (BA); RJ-SUR: Suruí/Magé (RJ); SC-FLO: Florianópolis (SC). Gráfico com maior escala em RJ-SUR.

O manguezal RJ-SUR a partir da década de 70 já apresentava contaminação moderada com concentrações superiores a  $100 \text{ ng g}^{-1}$ . E, se aproximou de altos níveis de contaminação desde a década de 90 e 2000, período onde se acentuaram os incentivos e abertura de mercado das atividades da indústria de petróleo e, por conseguinte, se intensificaram os acidentes ambientais e os aportes crônicos de produtos petrogênicos. Cabe ressaltar, o deslocamento entre os perfis de  $\Sigma\text{HPAs}$  e  $\Sigma 16\text{HPAs}$  (Figura 41), devido à presença expressiva de compostos alquilados, provável reflexo dos acidentes com contaminação por óleo já mencionados para os HATs na baía de Guanabara.

Cabe destacar que mesmo as maiores concentrações mensuradas neste estudo a princípio ainda não representam risco de causar efeito biológico adverso, uma vez que estiveram abaixo dos níveis limiares para  $\Sigma 16\text{HPAs}$  ( $1.684 \text{ ng g}^{-1}$ ) estabelecidos como critérios de qualidade de sedimentos implantados pela National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), EUA (BUCHMAN, 1999; LONG *et al.* 1995).

Mundialmente, estudos têm registrado níveis expressivos de hidrocarbonetos em sedimentos de manguezais como consequência do crescimento e desenvolvimento acelerado das cidades costeiras no entorno. Os níveis de  $\Sigma\text{HPAs}$  e  $\Sigma 16\text{HPAs}$  nos manguezais presentes em regiões metropolitanas (RN-NAT, AL-MUN e RJ-SUR –  $6,0$  a  $4877,5 \text{ ng g}^{-1}$ ) foram comparáveis aos dos manguezais chineses na região do delta do rio Pearl ( $330 - 1270 \text{ ng g}^{-1}$ ), em Nansha, na África ( $> 300 \text{ ng g}^{-1}$ ) em Douala (Camarões - FUSI *et. al.*, 2016), e caribenhos ( $49 - 1065 \text{ ng g}^{-1}$ ) em Guadeloupe, cujas regiões apresentaram um rápido crescimento socioeconômico nas últimas décadas (RAMDINE *et al.*, 2012; Wu *et al.*, 2014). Já os manguezais de Tampa Bay (Flórida), em uma região considerada prístina (baía Cockroach), possuem baixos a moderados níveis de contaminação por HPAs nos sedimentos ( $1,7 - 148,0 \text{ ng g}^{-1}$ ) (LEWIS; RUSSELL, 2015), os quais se assemelham aos determinados nos manguezais estudados com menor influência antrópica, em São Caetano de Odiveias (PA-SCO), Extremoz (RN-EXT), Barra de São Miguel (AL-BSM) e Caravelas (BA-CAR).

Quanto aos HPAs individuais, estes tiveram concentrações oscilando desde abaixo do limite de quantificação até 1.124,4 ng.g<sup>-1</sup> (C3DBZT) em RJ-SUR, com dominância específica para cada área. Entre os HPAs, se destacaram (Figura 42) o perileno (PA-SCO e BA-CAR), pireno (RN-EXT), fluoranteno (RN-NAT e SC-FLO), benzo(g,h,i)perileno, (AL-BSM), naftaleno (AL-MUN) e C3- dibenzotiofeno (RJ-SUR).

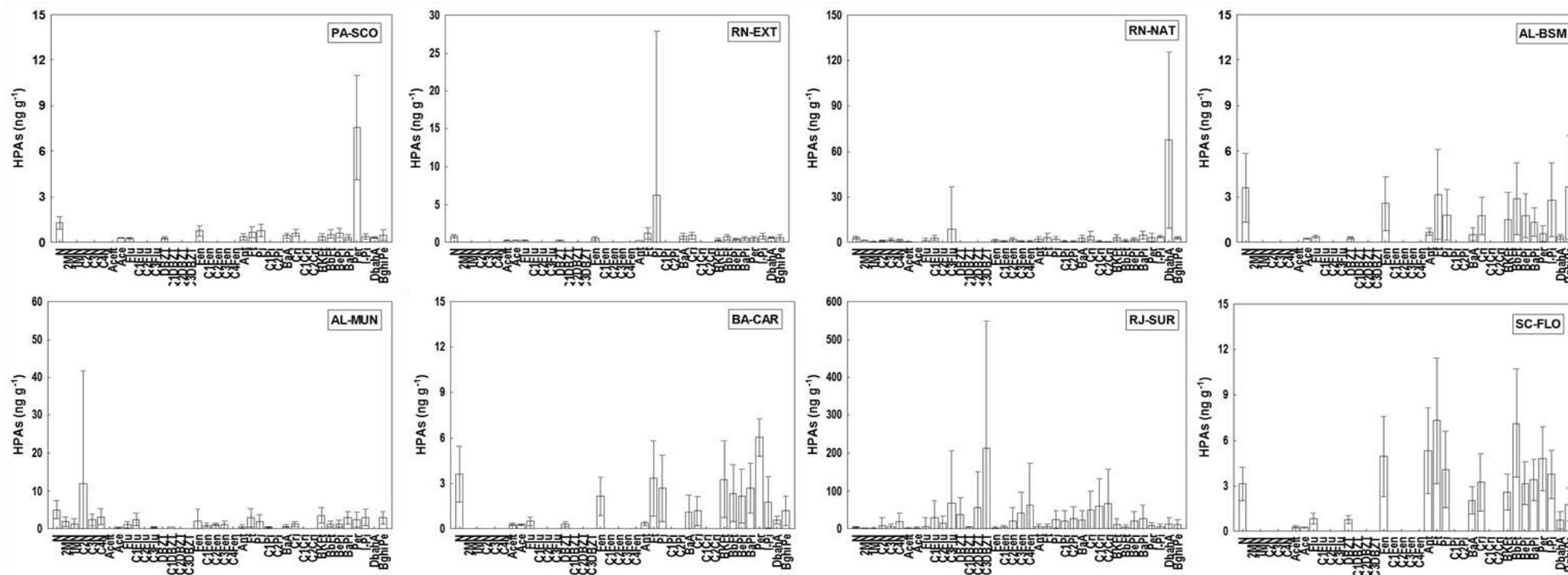
Cabe ressaltar que os compostos alquilados só foram detectados em concentrações maiores que o limite de detecção nos manguezais RN-NAT, RN-MUN e, especialmente em RJ-SUR. Estes compostos são indicativos de contaminação petrogênica, uma vez que são encontrados em níveis elevados no petróleo e seus derivados (NEFF, 1979; SILVA; BÍCEGO, 2010).

A distinção entre fontes petrogênicas e pirolíticas dos HPAs foi investigada a partir de razões diagnósticas entre os compostos de baixo peso molecular (2-3 anéis benzênicos) e os de alto peso molecular (4-6 anéis benzênicos) (TAM *et al.*, 2001; ZHANG *et al.*, 2004). Os HPAs de maior peso molecular foram os mais abundantes em PA-SCO, RN-EXT, AL-BSM, BA-CAR e SC-FLO, indicando um predomínio de fontes pirolíticas sobre petrogênicas para estes manguezais.

Nos manguezais RN-NAT, AL-MUN houve alterações das fontes de HPAs ao longo do tempo, com uma abundância de HPA de 2 a 3 anéis nas camadas mais antigas, seguida de um aumento na contribuição de HPAs pirolíticos (4 - 6 anéis) a partir da década de 90, com a crescente urbanização e industrialização.

No manguezal do RJ-SUR ambos os tipos de fontes, pirolítica e petrogênica, estão presentes. Nas camadas com os maiores níveis de HPAs, há uma clara predominância daqueles de menor peso molecular, o que corrobora a origem petrogênica, possivelmente de derrames de óleo, também apontada pelos resultados dos hidrocarbonetos alifáticos.

Figura 42: Valores médios ( $\pm$ desvio padrão) de HPAs individuais, em  $\text{ng.g}^{-1}$ , para cada testemunho de sedimento nos manguezais estudados.



Legenda: N: Naftaleno; 2MN: 2Metil Naftaleno; 1MN: 1Metil Naftaleno; C2N: C2 Naftaleno; C3N: C3 Naftaleno; C4N: C4 Naftaleno; Aceft: Acenaftileno; Ace: Acenafteno; Flu: Fluoreno; C1Flu: C1 Fluoreno; C2Flu: C2 Fluoreno; C3Flu: C3 Fluoreno; DBT: Dibenzotiofeno; C1DBT: C1Dibenzotiofeno; C2DBT: C2Dibenzotiofeno; C3DBT: C3Dibenzotiofeno; Fen: Fenantreno; C1Fen: C1 Fenantreno; C2Fen: C2 Fenantreno; C3Fen: C3 Fenantreno; C4Fen: C4 Fenantreno; Ant: Antraceno; Ft: Fluoranteno; Pi: Pireno; C1Pi: C1 Pireno; C2Pi: C2 Pireno; BaA: Benzo(a)antraceno; Cri: Criseno; C1Cri: C1 Criseno; C2Cri: C2 Criseno; BbFt: Benzo(b)fluoranteno; BkFt: Benzo(k)fluoranteno; BePi: Benzo(e)pireno; BaPi: Benzo(a)pireno; Per: Perileno; I-Pi: Indeno(1,2,3-cd)pireno; DbahA: Dibenzo(a,h)antraceno; BghiPe: Benzo(g,h,i)perileno.

Outra forma de investigar e especificar as fontes de HPAs é através de razões diagnósticas entre isômeros de HPAs (YUNKER *et al.*, 1996; YUNKER *et al.*, 2002; LIN *et al.*, 2011): (i) antraceno/antraceno+fenantreno, (ii) fluoranteno/fluoranteno+pireno, (iii) benzo(a) antraceno/benzo(a)antraceno + criseno, (iv) indeno(1,2,3-c,d)pireno/indeno(1,2,3c,d)pireno+benzo(g,h,i)perileno.

A interpretação dessas razões, apresentadas na Figura 43 revelou a combustão como a principal origem dos HPAs, reforçando a predominância de fontes pirolíticas sobre petrogênicas para os sedimentos de manguezais, com ressalvas para RJ-SUR. Apenas neste manguezal, a razão Flu/Flu+Pi (menor que 0,5) indicou HPAs associados com a introdução direta e combustão de petróleo e derivados ao longo de todo o testemunho sedimentar, datado de 1900 a 2014. A baía de Guanabara é historicamente marcada pela presença crescente da indústria portuária e da construção naval, desde o final do século XIX (AMADOR, 2013). No entanto, foi a partir de 1950 que houve a progressão de indústrias petroquímicas e crescimento populacional, acompanhado pelo aumento de HPAs oriundos da combustão de petróleo ( $0,4 < \text{Flu/Flu+Pi} < 0,5$ ), e consequentes entradas crônicas e agudas de hidrocarbonetos petrogênicos ( $\text{Flu/Flu+Pi} < 0,4$ ) nas últimas décadas (WAGENER *et al.*, 2012).

As fontes pirolíticas, claramente identificadas pelas razões Ant/Ant+Fen e BaA/BaA+Cri, puderam ser classificadas quanto aos processos de combustão a partir das razões Flu/Flu+Pi e IP/IP+Bghi. O manguezal PA-SCO apresentou para ambas as razões a combustão de biomassa, como principal fonte de HPAs para seus sedimentos, que pode estar sendo influenciado pelo aporte de HPAs pirolíticos de uma região muito mais abrangente, uma vez que o transporte eólico permite que os compostos sejam distribuídos em uma área bem maior. O estado do Pará faz parte da região Amazônica, cujos focos de incêndios se intensificam em períodos de El Niño. Apesar dos baixos níveis de  $\Sigma$ HPAs, o perfil sedimentar apresenta picos de concentração que se relacionam com épocas de El Niño de maior intensidade, que datam em 2009/10, 1997/98, 82/83 e 1940/41, cujo principal efeito é a ocorrência de secas severas, que resultam em incêndios para essa região, que podem aumentar com a presença de atividades agrícolas (NEPSTAD *et al.*, 2001; COCHRANE, 2003; ALENCAR *et al.*, 2004, 2006).

Figura 43 - Razões diagnósticas de HPAs nos manguezais do Brasil (continua).

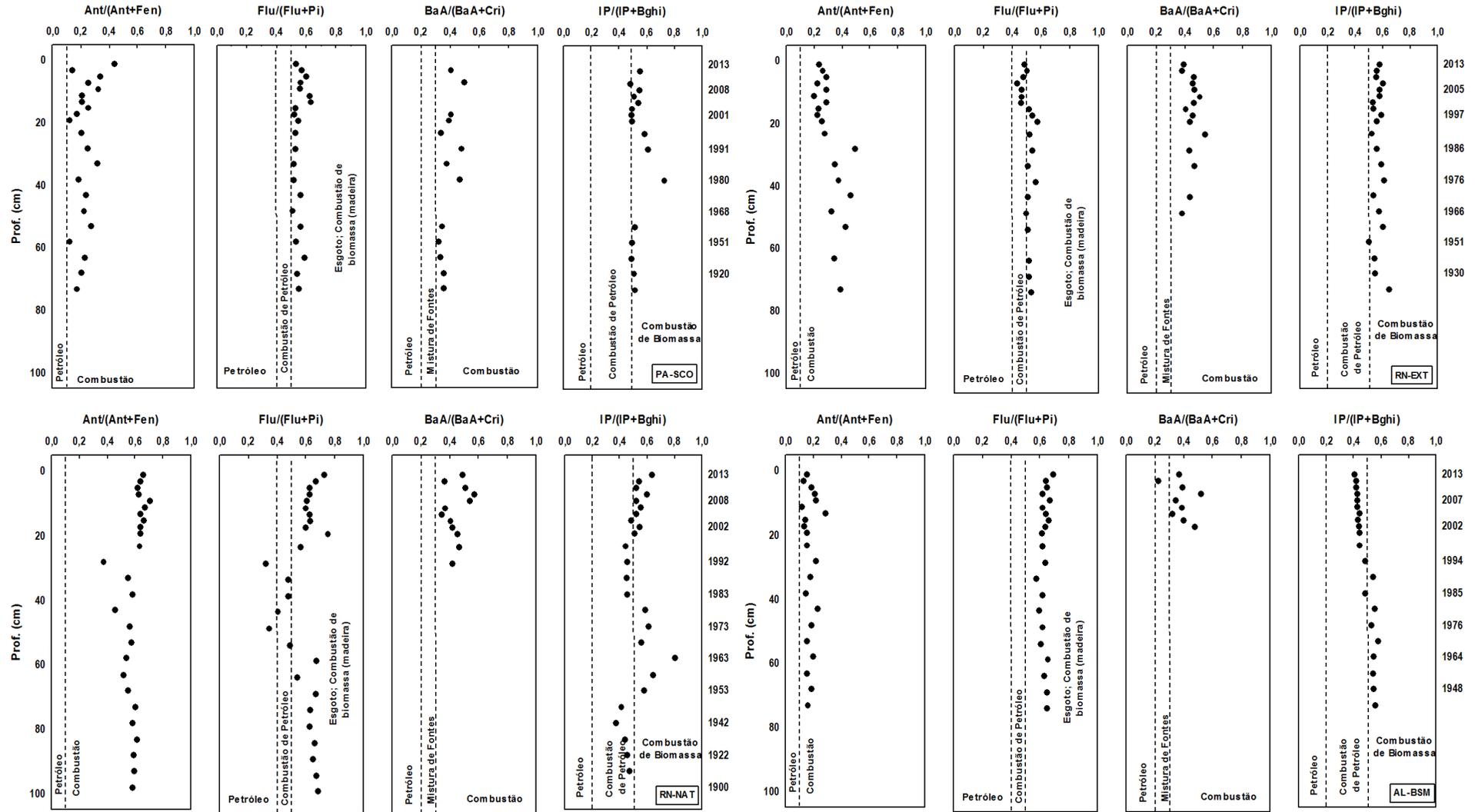
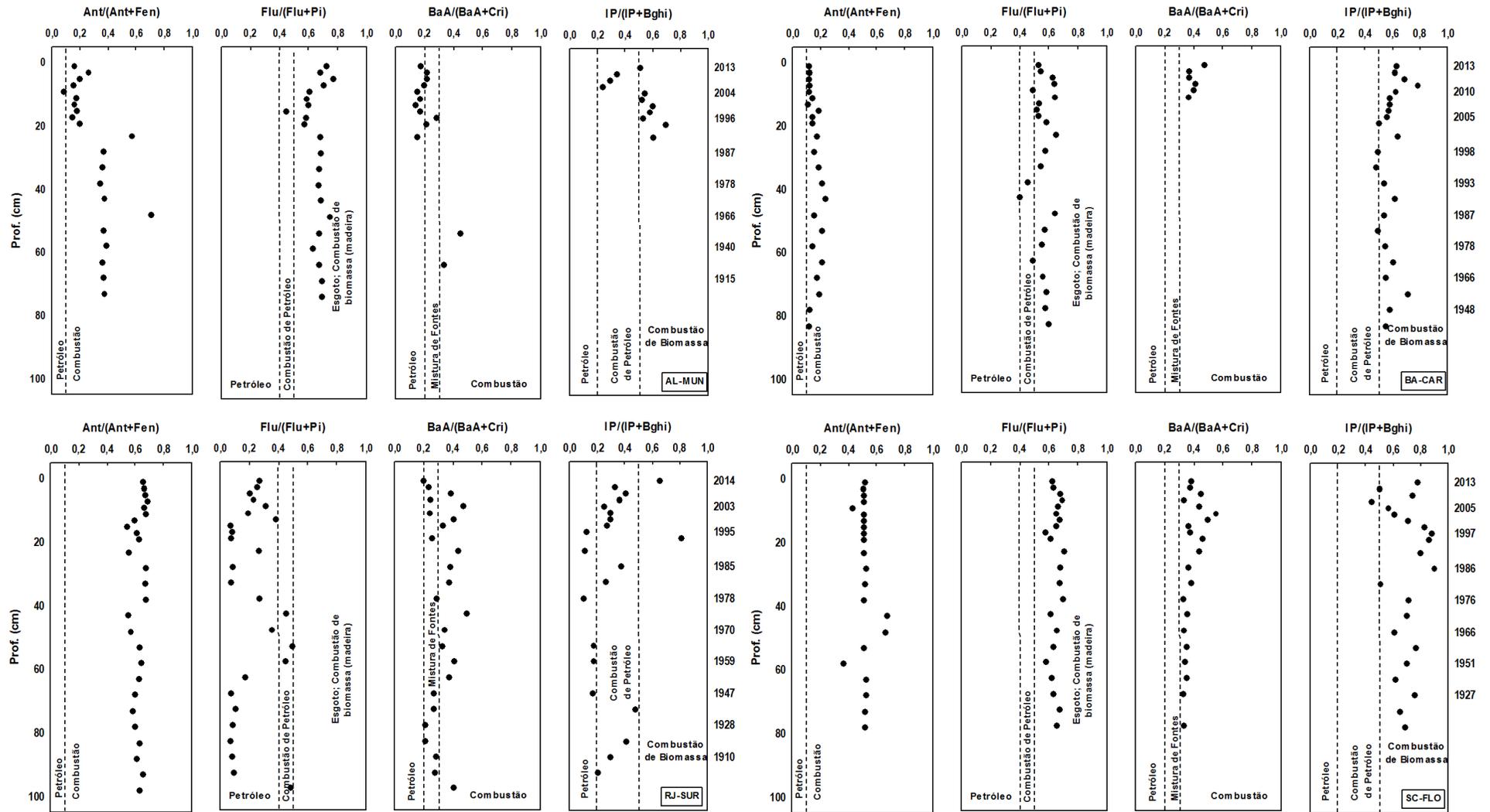


Figura 43: Razões diagnósticas de HPAs nos manguezais do Brasil (conclusão)



Os manguezais do Rio Grande do Norte apresentaram alterações quanto às fontes pirolíticas ao longo do tempo, com o incremento de HPAs associados à combustão de petróleo a partir dos anos 2000 em RN-EXT, e da década de 70 para RN-NAT, inclusive com indícios de fontes petrogênicas conforme valores mais baixos da razão  $Flu/Flu+Pi$  neste perfil a partir desta época, com retorno de fontes pirolíticas na última década (Figura 43). Estas datas coincidem com grandes transformações no espaço, no que diz respeito à instalação da infra-estrutura urbana dos municípios de Extremoz e, em maior escala em Natal, movidas pelo avanço do turismo (QUEIROZ, 2010).

De forma similar, a distribuição vertical das razões  $Flu/Flu+Pi$  e  $IP/IP+Bghi$  reportaram tanto a combustão de biomassa quanto de petróleo para as camadas mais recentes dos manguezais AL-BSM e AL-MUN, nas últimas décadas, incluindo fontes petrogênicas para este último, em consonância com os dados de MCNR discutido anteriormente, inclusive para RN-NAT. As fontes de HPAs pirolíticos para essa região podem estar relacionadas à queima de cana-de-açúcar pela indústria sucroalcooleira, principal atividade econômica da região desde seu início em 1927, com ascensão na década de 70. Posteriormente, seguiu a instalação de um polo cloroquímico (1982), bem como o crescimento desordenado da cidade de Maceió, além do turismo nas últimas décadas, que coincidem com o aumento de HPAs para os sedimentos recentes em AL-MUN (CARVALHO, 2008).

Ainda na região nordeste, as razões diagnósticas apontaram a queima de biomassa e carvão como principal origem para os HPAs em BA-CAR, cujos processos de combustão devem estar associados com a expansão de indústrias de celulose (Fibria Celulose S/A), responsáveis por extensas áreas de plantio de eucalipto, e carvoarias, importantes para a socioeconomia do município de Caravelas (RANAURO, 2004).

Finalmente, quanto ao manguezal SC-FLO, da região sul, este apresentou majoritariamente HPAs pirolíticos, sugerindo HPAs relacionados à combustão de biomassa (madeira, carvão ou vegetação).

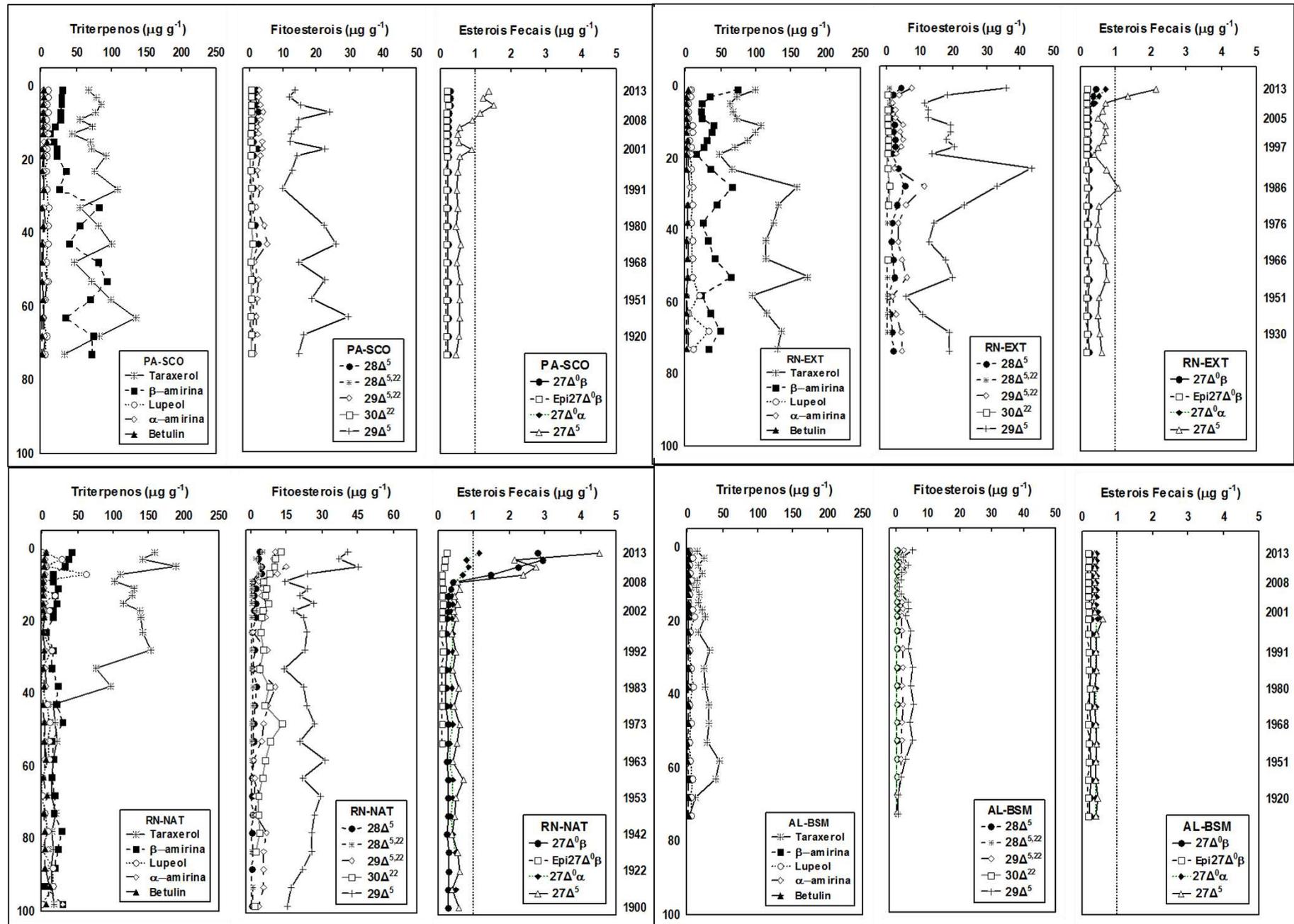
A origem do perileno nos sedimentos dos manguezais foi investigada através da sua abundância relativa ao total dos penta-isômeros (BAUMARD *et al.*, 1998). Apenas em AL-BSM e nas camadas mais recentes de RJ-SUR foram registrados percentuais inferiores a 10% do total, o que indica predomínio de fonte antrópica do perileno para esses sedimentos. Entretanto, nos demais manguezais o perileno foi originado majoritariamente de fonte natural e diagenética, representado de 10 a 100 % do total dos penta-isômeros, provavelmente derivado de precursores naturais das próprias árvores de mangue.

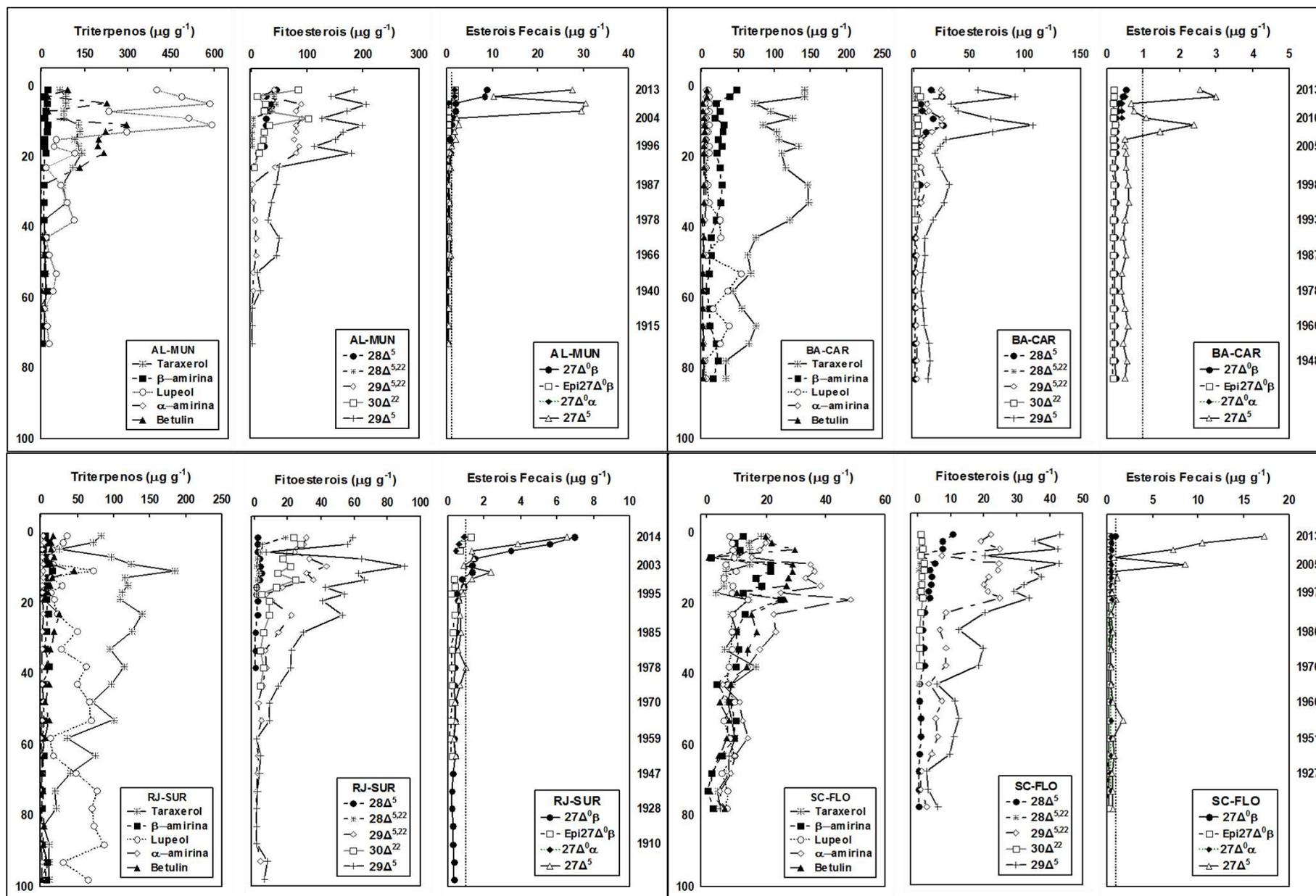
### 5.3.5. Esteróis e triterpenóides

As concentrações totais de esteróis e triterpenóides variaram nos sedimentos dos manguezais brasileiros de 3,09 a 451,4  $\mu\text{g g}^{-1}$  e 7,7 a 1043,1  $\mu\text{g g}^{-1}$ , respectivamente. A predominância de pentacíclicos triterpenóides sobre os esteróis foi observada em todos os testemunhos, com raríssimas exceções em algumas camadas sedimentares. Estes resultados confirmam a importância majoritária de fontes autóctones de matéria orgânica específicas de manguezal, representada majoritariamente pela serapilheira para o ambiente sedimentar (SIMONEIT, 1986; JAFFÉ *et al.*, 1995; KOCH *et al.*, 2003; JAFFÉ *et al.*, 2006; MEDEIROS; SIMONEIT, 2008; SILVA ; MADUREIRA, 2012). Os resultados dos esteróis individuais são detalhados no APÊNDICE-Tabelas 60 a 67)

Entretanto, os manguezais brasileiros apresentaram variabilidade espacial quanto aos triterpenos dominantes nos perfis sedimentares, como ilustrado na Figura 44. A distribuição destes compostos pode estar relacionada com: (i) a composição florística dos manguezais estudados; (ii) a alteração metabólica de uma dada espécie em resposta às condições ambientais em um escala latitudinal; (iii) processos diferenciados de diagênese recente no sedimento.

Figura 44: Triterpenos e esteróis, em  $\mu\text{g g}^{-1}$ , nos perfis sedimentares dos manguezais do Brasil (continua).





Legenda:  $29\Delta^5$ : Sitosterol;  $29\Delta^{5,22}$ : Estigmasterol;  $28\Delta^5$ : Campesterol;  $28\Delta^{5,22}$ : Diatomsterol;  $30\Delta^{22}$ : Dinosterol;  $27\Delta^0\beta$ : Coprostanol; Epi $27\Delta^0\beta$ : Epicoprostanol;  $27\Delta^0\alpha$ : Coprostanona;  $27\Delta^5$ : Colesterol;  $29\Delta^0$ : Sitostanol;  $29\Delta^{22}$ : Estigmastanol;  $28\Delta^0$ : Campestanol e  $27\Delta^0$ : Colestanol.

Entre os triterpenos, os compostos taraxerol e  $\beta$ -amirina, marcadores de folhas e ceras cuticulares da espécie *Rhizophora mangle* (KOCH *et al.*, 2003; VERSTEEGH *et al.*, 2003; SILVA & MADUREIRA, 2012), se destacaram na maioria dos manguezais, com exceção de AL-MUN e SC-FLO, alcançando concentrações superiores a  $100 \mu\text{g g}^{-1}$ . *R. mangle* apresenta uma tendência de dominância na franja da floresta devido à sua capacidade de suporte e tolerância às frequentes inundações pela maré (MCKEE, 1993; DUKE *et al.*, 1998). No presente estudo isto ficou comprovado haja vista a grande representatividade desta espécie (> 90 % contribuição de área basal) nos manguezais das regiões norte e nordeste, formando florestas monoespecíficas com poucos indivíduos das espécies *Avicennia schaueriana*, *Avicennia germinans* e *Laguncularia racemosa*. O predomínio do taraxerol nos sedimentos também pode ser atribuído a maior resistência deste quanto à degradação microbiológica, quando comparado com outros compostos do tipo oleanona, tal como a  $\beta$ -amirina (KILLOPS; FREWIN, 1994; KOCH *et al.*, 2003; BASYUNI *et al.*, 2007).

No manguezal AL-MUN, os triterpenóides mais abundantes foram lupeol e betulin, principalmente a partir da década de 90 quando as concentrações excedem  $200 \mu\text{g g}^{-1}$  (Tabela 24). Este manguezal está localizado numa ilha da lagoa Mundaú, a qual é caracterizada por importantes fontes de matéria orgânica terrígena (CARREIRA *et al.*, 2010). Dentre os aportes, se destacam os oriundos da atividade da indústria da cana-de-açúcar, que substituiu a vegetação natural de angiospermas lenhosas (ANA, 2011), bem como das extensas faixas de turfas e gramíneas, também presentes no manguezal, ambas fontes importantes destes lupanos (BRYCE *et al.*, 1967; VOLKMAN *et al.*, 2000; KILLOPS e KILLOPS, 2005). O aumento das concentrações do taraxerol nas camadas superiores, a partir da década de 70, pode estar refletindo uma colonização recente desta ilha por manguezais, dominada por indivíduos de pequeno porte de *Rhizophora mangle* (*observação pessoal*). As elevadas concentrações dos compostos orgânicos neste manguezal podem estar refletindo suas condições mais abrigadas quanto à frequência de inundação pelas marés, que favorece a preservação da matéria orgânica junto ao sedimento.

Tabela 24: Valores médios(Med), medianos (Medn), mínimos (Min) e máximos (Max) das concentrações de esteróis (em  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) (continua).

Local		Taraxerol	$\beta$ -amirina	Lupeol	$\alpha$ -amirina	Betulin	$29\Delta^5$	$29\Delta^{5,22}$	$28\Delta^5$	$28\Delta^{5,22}$	$30\Delta^{22}$
PA-SCO	Med	76,12	42,69	7,61	3,21	2,07	16,79	2,92	1,42	0,30	0,51
	DP	23,40	25,51	2,02	1,25	1,62	5,51	0,92	0,62	0,16	0,12
	Min	32,84	12,43	1,83	1,62	0,32	9,71	1,51	0,71	0,05	0,31
	Máx	135,46	93,53	9,78	7,12	8,09	29,51	5,11	2,68	0,43	0,75
	Medn	75,38	29,19	7,74	3,29	1,65	14,71	2,76	1,11	0,40	0,50
RN-EXT	Med	102,51	36,62	9,02	2,62	1,44	20,38	4,32	2,22	0,51	0,27
	DP	33,40	15,69	6,37	1,27	0,86	13,95	2,18	1,13	0,15	0,22
	Min	47,49	14,79	3,38	0,90	0,46	5,86	1,70	0,70	0,38	0,05
	Máx	174,27	73,97	33,01	5,77	3,79	73,41	11,40	5,50	0,84	0,74
	Medn	99,43	33,88	8,31	2,20	1,19	18,25	3,94	2,10	0,44	0,31
RN-NAT	Med	71,94	19,25	8,06	3,38	2,58	26,58	5,71	1,60	1,24	10,30
	DP	67,27	8,69	12,92	5,59	2,17	8,78	3,44	1,26	1,35	9,57
	Min	0,05	1,84	0,05	0,05	0,35	13,91	1,01	0,05	0,05	0,05
	Máx	189,46	40,68	61,25	29,09	10,38	45,50	14,96	4,52	4,98	32,55
	Medn	86,18	16,98	4,75	2,68	2,01	23,76	5,43	1,23	0,68	7,02
AL-BSM	Med	21,46	0,41	4,19	0,11	0,33	3,30	1,73	0,23	0,07	0,05
	DP	10,10	0,31	2,14	0,14	0,14	1,60	0,62	0,11	0,08	0,00
	Min	2,85	0,08	1,07	0,02	0,05	0,71	0,45	0,05	0,05	0,05
	Máx	45,00	1,01	8,52	0,58	0,60	5,69	2,48	0,32	0,41	0,05
	Medn	20,64	0,39	4,21	0,05	0,35	3,67	1,99	0,29	0,05	0,05
AL-MUN	Med	92,02	12,09	179,87	0,11	79,10	91,59	38,44	13,22	8,51	12,19
	DP	49,33	6,45	207,33	0,16	102,51	74,54	37,54	15,04	16,37	19,47
	Min	5,73	0,27	7,80	0,05	0,05	1,28	0,84	0,05	0,05	0,05
	Máx	172,16	23,57	591,67	0,71	297,45	205,74	90,92	44,31	45,00	82,94
	Medn	93,71	12,62	66,23	0,05	11,84	50,58	20,84	3,37	0,05	0,05
BA-CAR	Med	87,80	21,10	14,44	3,46	1,98	31,61	8,86	5,91	0,38	1,00
	DP	46,29	9,77	13,01	1,64	1,50	28,26	8,52	7,62	0,40	1,26
	Min	0,05	5,58	4,13	1,15	0,42	6,40	1,39	0,62	0,05	0,05
	Máx	147,39	47,29	53,96	6,37	5,80	107,08	25,10	25,83	1,30	4,80
	Medn	95,06	19,51	9,19	3,26	1,64	23,19	5,75	2,94	0,38	0,55
RJ-SUR	Med	76,88	5,07	53,19	1,04	9,85	28,36	12,88	0,99	1,38	7,76
	DP	48,96	3,74	40,51	0,97	9,34	27,74	13,53	1,22	3,70	9,29
	Min	2,08	0,14	5,51	0,02	0,97	0,99	0,05	0,05	0,05	0,05
	Máx	185,18	14,08	161,70	3,82	44,83	90,40	43,25	4,19	18,66	27,88
	Medn	88,39	4,85	48,56	0,83	8,95	17,82	6,80	0,47	0,05	3,69
SC-FLO	Med	9,96	10,48	8,50	19,49	14,45	22,04	12,50	3,02	0,27	0,83
	DP	4,95	6,85	2,57	12,44	10,18	13,77	8,94	2,76	0,28	0,66
	Min	2,87	0,48	4,94	1,50	0,70	2,84	1,07	0,35	0,05	0,05
	Máx	21,39	24,85	16,74	48,23	29,44	42,94	24,97	10,65	0,75	1,98
	Medn	8,93	9,73	8,34	17,83	13,44	20,04	8,62	2,07	0,05	0,82

Legenda:  $29\Delta^5$ : Sitosterol;  $29\Delta^{5,22}$ : Estigmasterol;  $28\Delta^5$ : Campesterol;  $28\Delta^{5,22}$ : Diatomsterol;  $30\Delta^{22}$ : Dinosterol.

Tabela 24: Valores médios (Med), medianos (Medn), mínimos (Min) e máximos (Max) das concentrações de esteróis (em  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) (conclusão).

Local		$27\Delta^0\beta$	Epi $27\Delta^0\beta$	$27\Delta^0\alpha$	$27\Delta^5$	$29\Delta^0$	$29\Delta^{22}$	$28\Delta^0$	$27\Delta^0$	Colestanona
PA-SCO	Med	0,23	0,18	0,05	0,70	12,59	0,25	1,29	0,98	0,53
	DP	0,01	0,01	0,00	0,33	4,28	0,21	0,62	0,73	0,52
	Min	0,22	0,17	0,05	0,43	5,40	0,05	0,58	0,46	0,05
	Máx	0,25	0,21	0,05	1,52	19,59	0,50	2,40	2,69	1,85
	Medn	0,22	0,18	0,05	0,55	13,07	0,05	0,96	0,61	0,37
RN-EXT	Med	0,25	0,18	0,12	0,73	9,93	0,22	0,96	0,76	0,43
	DP	0,06	0,01	0,19	0,39	4,35	0,20	0,52	0,49	0,14
	Min	0,22	0,17	0,05	0,38	3,43	0,05	0,05	0,46	0,28
	Máx	0,43	0,19	0,73	2,16	17,16	0,48	2,40	2,50	0,84
	Medn	0,23	0,18	0,05	0,62	10,02	0,05	0,81	0,60	0,38
RN-NAT	Med	0,59	0,11	0,43	0,88	10,51	0,16	0,71	0,45	0,40
	DP	0,81	0,05	0,24	0,98	4,98	0,32	0,43	0,22	0,57
	Min	0,22	0,05	0,05	0,38	1,12	0,05	0,05	0,05	0,05
	Máx	2,95	0,25	1,16	4,53	17,20	1,28	1,77	0,83	2,27
	Medn	0,26	0,11	0,40	0,54	11,05	0,05	0,66	0,49	0,17
AL-BSM	Med	0,24	0,18	0,40	0,39	0,43	0,07	0,44	0,08	0,12
	DP	0,01	0,01	0,01	0,05	0,06	0,08	0,01	0,10	0,12
	Min	0,22	0,16	0,38	0,34	0,37	0,05	0,42	0,05	0,05
	Máx	0,26	0,21	0,44	0,57	0,59	0,44	0,46	0,41	0,32
	Medn	0,24	0,18	0,40	0,38	0,42	0,05	0,44	0,05	0,05
AL-MUN	Med	1,45	0,34	0,23	5,49	8,05	0,05	1,11	0,80	0,43
	DP	2,40	0,46	0,52	10,21	7,26	0,00	0,81	0,92	0,50
	Min	0,25	0,05	0,05	0,37	0,40	0,05	0,40	0,05	0,05
	Máx	8,75	1,72	1,80	30,46	16,92	0,05	2,96	3,27	1,74
	Medn	0,51	0,18	0,05	0,90	3,23	0,05	0,55	0,61	0,37
BA-CAR	Med	0,26	0,18	0,18	0,87	9,73	0,15	1,89	0,82	0,39
	DP	0,07	0,01	0,19	0,75	5,08	0,19	1,90	0,61	0,17
	Min	0,23	0,17	0,05	0,40	2,16	0,05	0,49	0,43	0,27
	Máx	0,52	0,23	0,54	2,99	17,24	0,61	6,90	2,44	0,90
	Medn	0,24	0,17	0,05	0,53	10,98	0,05	1,08	0,55	0,32
RJ-SUR	Med	1,10	0,23	0,12	0,99	3,91	1,05	0,68	0,51	0,51
	DP	1,68	0,28	0,20	1,41	3,24	1,23	0,22	0,61	0,45
	Min	0,24	0,05	0,05	0,05	0,45	0,05	0,39	0,05	0,05
	Máx	6,98	1,28	0,87	6,51	11,62	4,00	1,19	2,30	1,70
	Medn	0,41	0,16	0,05	0,62	3,39	0,45	0,63	0,05	0,51
SC-FLO	Med	0,31	0,19	0,41	2,56	6,16	0,24	0,97	1,27	0,64
	DP	0,15	0,02	0,09	4,36	4,19	0,29	0,67	1,45	0,58
	Min	0,22	0,16	0,05	0,05	0,46	0,05	0,05	0,05	0,28
	Máx	0,92	0,27	0,60	17,21	15,51	0,79	2,81	5,60	2,41
	Medn	0,26	0,18	0,42	0,69	6,82	0,05	0,82	0,68	0,39

Legenda:  $27\Delta^0\beta$ : Coprostanol; Epi $27\Delta^0\beta$ : Epicoprostanol;  $27\Delta^0\alpha$ : Coprostanona;  $27\Delta^5$ : Colesterol;  $29\Delta^0$ : Sitostanol;  $29\Delta^{22}$ : Estigmastanol;  $28\Delta^0$ : Campestanol e  $27\Delta^0$ : Colestanol.

SILVA; MADUREIRA (2012) reportaram que lupeol e betulin podem ser associados às espécies *Laguncularia racemosa* e *Avicennia shaueriana*, respectivamente. Estas espécies são dominantes no manguezal RJ-SUR (SOARES *et al.*, 2003), o que justificaria a maior contribuição destes compostos para o sedimento. Cabe ressaltar, um aumento expressivo seguido de redução das concentrações de betulin, lupeol e taraxerol na camada referente ao ano 2001, provavelmente relacionado a uma mortandade em massa da floresta de mangue como efeito agudo de um derrame de óleo (2000) (op. cit.). A partir de 2006 percebe-se um acréscimo destes compostos novamente para o sedimento como indicativo de um processo de regeneração da floresta, como reportado em SOARES *et al.* (2006).

O manguezal SC-FLO se distinguiu dos demais quanto aos triterpenos principais, prevalecendo a  $\alpha$ -amirina, seguida de betulin e  $\beta$ -amirina. Esta floresta é dominada por *Avicennia schaueriana* (cerca de 95%) com poucos indivíduos de *Rhizophora mangle* (3%). Estudos prévios de precursores triterpênicos destas espécies na ilha de Santa Catarina, apontaram que apesar da elevada concentração de  $\beta$ -amirina nas folhas, baixas concentrações são encontradas nos sedimentos. Enquanto que, o inverso ocorre para  $\alpha$ -amirina e betulin, os quais apresentaram as maiores valores nos sedimentos superficiais, confirmando fontes autóctones derivadas das espécies dominantes (*Laguncularia racemosa* e *Avicennia schaueriana*) (SILVA; MADUREIRA (2012). É provável que os processos de diagênese recente podem ainda estar regendo a predominância de  $\alpha$ -amirina sobre  $\beta$ -amirina, uma vez que a primeira é bem mais estável (op. cit.). Nos demais manguezais, a  $\alpha$ -amirina apresentou baixos teores ( $< 10 \mu\text{g g}^{-1}$ ) nos sedimentos, assim como registrado por BATAGLION *et al.*, 2016 para o estuário Cananéia-Iguape.

Com relação aos esteróis principais, as maiores concentrações foram determinadas para os esteróis pertencentes à série C<sub>29</sub> (Figura 44), com destaque para o sitosterol (C<sub>29</sub> $\Delta^5$ : 0,7 a 205,7  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) seguido por estigmasterol (C<sub>29</sub> $\Delta^{5,22}$ :  $< 0,05$  a 90,9  $\mu\text{g g}^{-1}$ ), os quais são fitoesteróis característicos do aporte de plantas superiores e gramíneas (JAFFÉ *et al.*, 1995; 2006; XU *et al.*, 2006; VOLKMAN *et al.*, 2007; RAMPEN *et al.*, 2010). Os compostos desta série representaram em média  $73 \pm 18$  % do total de esteróis. Esta dominância é

típica de sedimentos de manguezais (KAWABATA *et al.*, 1993; MATER *et al.*, 2004; SILVA; MADUREIRA, 2012; RANJAN *et al.*, 2012). Segundo VOLKMAN (1986) e KOCH *et al.* (2003), o sitosterol pode indicar matéria orgânica específica de mangue, confirmada pela forte correlação positiva deste composto com o taraxerol, também típico da vegetação de mangue, nos testemunhos estudados ( $R^2 = 0,85$  ;  $p < 0,05$ ;  $n = 130$ ). Em consonância com os triterpenóides, estes resultados traçam o predomínio da origem terrígena como fonte natural, o que traduz a forte influência da vegetação de mangue para a matéria orgânica acumulada nos sedimentos.

Também foi observada a presença de dinosterol e diatomsterol, compostos da série C28, porém em concentrações muito baixas, ou até mesmo inferiores ao limite de quantificação. Tais compostos são amplamente utilizados como biomarcadores de aporte fitoplanctônico, apesar da possibilidade de biossíntese por plantas terrestres e outros tipos de algas (JAFFÉ *et al.*, 1995; XU *et al.*, 2006; VOLKMAN *et al.*, 1998; 2007). A distribuição vertical destes compostos demonstra reduzida contribuição de matéria orgânica de origem marinha para os sedimentos de manguezais. No entanto, os manguezais RN-NAT, AL-MUN e RJ-SUR apresentaram uma clara tendência de aumento destas fontes marinhas a partir da década de 90 acentuando-se até os dias atuais. Possivelmente a proximidade a grandes centros urbanos e seus efluentes domésticos e industriais, potencializa o nível de eutrofização dos ambientes estuarinos onde estão estes manguezais nas últimas décadas, com reflexos sobre a composição e a abundância fitoplanctônica, sendo registrada em seus sedimentos (CHELLAPA *et al.* 2006; BORGES *et al.*, 2009; MELO-MAGALHÃES *et al.*, 2009; TAVARES *et al.*, 2014).

O campesterol ( $C_{28}\Delta^5$ ), determinado em concentrações intermediárias ( $<LQ$  a  $44,3 \mu g g^{-1}$ ), apresenta ambiguidade quanto à sua origem pois, apesar de pertencer à série dos C28, também é usado em razão diagnóstica de fontes terrestres, conjuntamente com o sitosterol e o estigmasterol (VOLKMAN, 1986). A forte correlação positiva do campesterol com os esteróis C29 ( $R = 0,89$  ( $C_{29}\Delta^5$ ) e  $0,78$  ( $C_{29}\Delta^{5,22}$ );  $p < 0,05$ ;  $n = 130$ ), indica uma origem predominantemente terrígena ao campesterol depositado nos manguezais estudados. Todavia, um potencial aporte marinho deste esterol não pode ser

descartado, uma vez que esta origem já foi apontada em estudos pretéritos na lagoa Mundaú, local onde foram registradas, neste estudo, as maiores concentrações para o campesterol (CARREIRA *et al.*, 2011).

O coprostanol ( $5\beta$ -coleston- $3\beta$ -ol ou  $27\Delta^{0\beta}$ ) foi utilizado para avaliar o aporte de efluentes domésticos para os manguezais, uma vez que é um esterol de origem fecal produzido no intestino de animais de sangue quente e que representa até 60 % dos esteróis fecais em fezes humanas (MCCALLEY *et al.*, 1981; LEEMING *et al.*, 1996; NICHOLS *et al.*, 1996).

Conjuntamente com outros esteróis de origem fecal (epicoprostanol, colesterol e a coprostanona), o coprostanol tem sido largamente utilizado como indicador da contaminação fecal, entretanto há dificuldade em estabelecer um índice quantitativo de contaminação fecal com base neste esterol, principalmente em regiões tropicais (TAKADA; EGANHOUSE, 1998; MARTINS *et al.*, 2007; ARAUJO *et al.*, 2010; SILVA; MADUREIRA, 2011; GRILO *et al.*, 2013). De uma forma geral, concentrações a partir de  $0,50 \mu\text{g g}^{-1}$  de coprostanol sugerem sedimentos contaminados (GONZÁLEZ-OREJA; SAIZ-SALINAS, 1998). Níveis bem mais altos ( $> 9,0 \mu\text{g g}^{-1}$ ) são apontados como indicativos de contaminação fecal elevada (NICHOLS; LEEMING, 1991).

As concentrações de coprostanol variaram entre  $0,22$  a  $8,75 \mu\text{g g}^{-1}$  nos manguezais brasileiros (Figura 44). Os perfis verticais apresentaram características distintas nas regiões de estudo: (i) baixos níveis de coprostanol sem variação significativa ao longo do tempo em PA-SCO e AL-BSM ( $0,23 \pm 0,02 \mu\text{g g}^{-1}$ ); (ii) baixos níveis de coprostanol com suave aumento nas camadas superficiais, a partir da década de 2000 nos manguezais RN-EXT, BA-CAR e SC-FLO ( $0,30 \mu\text{g g}^{-1} < 27\Delta^{0\beta} < 1,0 \mu\text{g g}^{-1}$ ); (iii) baixos níveis de coprostanol com intensa tendência de aumento nas camadas sedimentares mais recentes ( $1,0 \mu\text{g g}^{-1} < 27\Delta^{0\beta} < 9,0 \mu\text{g g}^{-1}$ ), também a partir da década de 2000, se acentuando até os dias atuais naqueles próximos às regiões metropolitanas de Natal (RN-NAT), Maceió (AL-MUN) e Rio de Janeiro (RJ-SUR).

Tendo como base os valores citados acima, pode-se considerar que os sedimentos dos manguezais de São Caetano de Odivelas (PA-SCO) e Barra de São Miguel não exibem indícios de contaminação fecal, com concentrações

comparáveis às de regiões costeiras consideradas prístinas tais como as baías de Ubatuba (São Paulo, MUNIZ *et al.*, 2006) e Camamu (Bahia, CARREIRA *et al.*, 2016), no Brasil, e baía de Almirantado (Antártica) (MARTINS *et al.*, 2012b), (Tabela 25). Os níveis de coprostanol encontrados nestes manguezais são relativamente os mesmos daqueles presentes nas camadas mais profundas dos demais testemunhos, o que pode representar níveis naturais (background) de coprostanol em manguezais brasileiros (inferior a  $0,30 \mu\text{g g}^{-1}$ ).

As camadas mais recentemente depositadas de RN-EXT, BA-CAR e SC-FLO possuem uma contaminação ainda incipiente por esgotos domésticos, com concentrações similares àquelas encontradas em sistemas costeiros do Brasil como a lagoa dos Patos (Rio Grande do Sul, MARTINS *et al.* 2007) e baía de Sepetiba (Rio de Janeiro, CARREIRA *et al.*, 2009), bem como nas ilhas Bermudas, no mar do Caribe, com extensos manguezais (JONES *et al.*, 2011) (Tabela 25).

Há o registro de uma contaminação fecal moderada, provavelmente devido ao grande aporte de efluentes domésticos oriundos dos grandes e, em expansão, adensamentos urbanos adjacentes aos manguezais de RN-NAT, AL-MUN e RJ-SUR. Apesar de poucos estudos, valores da mesma ordem de grandeza foram reportados em manguezais nacionais também próximos a regiões metropolitanas, adjacentes às cidades de Cubatão, Vitória, Rio das Ostras e Florianópolis (Tabela 24). Ao longo de toda a costa brasileira, encontram-se ambientes costeiros moderadamente contaminados por efluentes domésticos tais como as baías de Babitonga (MARTINS *et al.*, 2014), Espírito Santo (GRILO *et al.*, 2013), Santos (MARTINS, *et al.*, 2008) e os estuários Guajará (GOMES *et al.*, 2015) e Itajaí-Açu (FRENA *et al.*, 2016). Por outro lado, é interessante observar que, as concentrações de coprostanol nesses manguezais são inferiores a outras áreas costeiras conhecidas mundialmente como cronicamente impactadas por esgoto num passado recente. Como, por exemplo, a região noroeste da baía de Guanabara (Brasil) (CORDEIRO *et al.*, 2008), Baía de Narragansett (EUA) ( $0,13-39,30 \mu\text{g g}^{-1}$ ; LEBLANC *et al.*, 1992) e, com destaque para a Espanha, em Barcelona ( $1,0-390 \mu\text{g g}^{-1}$ ; GRIMALT *et al.*, 1990) e no estuário de Bilbao ( $2,20-293 \mu\text{g g}^{-1}$ ; GONZÁLEZ-OREJA; SAIZ-SALINAS, 1998).

Tabela 25: Concentrações de coprostanol em sedimentos costeiros (a partir da década de 2000) em alguns sistemas costeiros do mundo.

Localização	Camada Sedimento (cm)	Tipo de Ambiente	Faixa de Concentração ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )	Referência
<b>BRASIL</b>				
Guajará, PA	ni <sup>a</sup>	Estuarino	0.06 - 7.93	(GOMES et al., 2015)
Baía de Babitonga, SE	0-2	Estuarino	0,03- 6,08	(MARTINS et al., 2014)
Baía Camamu, BA	1-2	Estuarino	~0,01	(CARREIRA et al., 2016)
Mundaú/Manguaba, AL	0-47	Estuarino-lagunar	0,15-5,65	(ARAUJO et al., 2011)
Baía de Espírito Santo, ES	0-50	Manguezal	<0,01-2,72	(GRILO et al., 2013)
Baía da Guanabara, RJ	0-2	Costeiro	0,33-40,00	(CORDEIRO et al., 2008)
Baía de Sepetiba, RJ	0-2	Baía semi-fechada	0,01-0,42	(CARREIRA et al., 2009)
Baía de Ilha Grande, RJ	0-90	Estuarino-Costeiro	< 0.01-0.09	(RICHARD et al., 2014)
Rio das Ostras, RJ	0-15	Manguezal	0,2 - 7,6	(ALBANY-AGUES, 2013)
Cananéia-Iguape, SP	0-10	Estuarino-lagunar	0,01-0,04	
Cubatão, SP	0-3	Manguezal	4,21 – 8,32	(CAMPOS et al., 2012)
Baía de Ubatuba, SP	0-3	Costeiro	nd-0,27	(MUNIZ et al., 2006)
Baía de Santos, SP	ni <sup>a</sup>	Costeiro	0,04-8,51	(MARTINS, et al., 2008)
Baía de Paranaguá, PR	0-2	Estuarino	<0,10-2,22	(MARTINS et al., 2011)
Florianópolis, SC	0-2	Lagunar	nd-2,88	(MATER et al., 2004)
	0-5	Manguezal	1,9 – 11,1	(SILVA; MADUREIRA, 2012)
Itajaí-Açu, SC	0-10	Estuarino	0,12-8,93	(FRENA et al., 2016)
Lagoa dos Patos, RS	0-2	Lagunar	nd <sup>b</sup> -0,92	(MARTINS et al., 2007)
<b>OUTRAS REGIÕES</b>				
Sochi, Mar Negro, Rússia			5,40	(READMAN et al., 2005)
Baía Kyeonggi, Coréia			3,80	(LI et al., 2007)
Great Sound, Ilhas Bermudas			0,05-0,77	(JONES et al., 2011)
Douala, Camarões	0-20	Manguezal	<0,3	(FUSI et al., 2016)
Delta Niger, Nigéria			<0,027	(SOJINU et al., 2012)
Baía do Almirantado, Antartica		Costeiro	0,01-0,17	(MARTINS et al., 2012b)
Malásia e Vietnã	0-5	Costeiro	0,04-4,5	(ISOBE et al., 2002)
Baía de Moreton, Austrália	0-9	Baía semi-fechada	nd-1,40	(PRATT et al., 2007)

Legenda: <sup>a</sup> ni = não informado; <sup>b</sup> nd = não detectado

O uso de razões diagnósticas entre esteróis selecionados é uma abordagem amplamente aplicada para aumentar a confiabilidade do uso dos esteróis como marcadores de contaminação por esgoto. A razão coprostanol/(coprostanol+colestanol) confirma a origem fecal do coprostanol se apresentar valores acima de 0,7 (GRIMALT *et al.*, 1990). Enquanto que, valores abaixo de 0,5 (limiar abaixo do valor de 0,3, proposto inicialmente por GRIMALT *et al.*, 1990) vem sendo considerado em sistemas aquáticos tropicais eutróficos, como indicador da origem diagenética de baixas concentrações de coprostanol, a partir da degradação bacteriana do colesterol e da produção *in situ* do colestanol (CARREIRA *et al.*, 2004; MARTINS *et al.*, 2014). Apenas as amostras mais recentes dos manguezais RN-NAT, AL-MUN e RJ-SUR, exibiram os valores mais altos (0,6-0,8) para a razão coprostanol/(coprostanol+colestanol), que aliados às concentrações absolutas de coprostanol, confirmam a contaminação recente por efluentes domésticos

nesses manguezais (AL-MUN > RJ-SUR > RN-NAT). É também nas camadas mais recentes destes manguezais que a coprostanona (origem fecal) e a colestanona (origem diagenética) aparecem ou se intensificam, atingindo valores máximos de  $1,83 \mu\text{g g}^{-1}$  (AL-MUN) e  $2,3 \mu\text{g g}^{-1}$  (RN-NAT), respectivamente. Nas demais regiões, na maioria das camadas foram registrados concentrações inferiores a 0,4 da razão coprostanol/(coprostanol+colestanol), exceto naquelas com níveis de colestanol abaixo do limite de quantificação, indicando pequeno aporte e/ou baixa preservação deste tipo de material nos sedimentos.

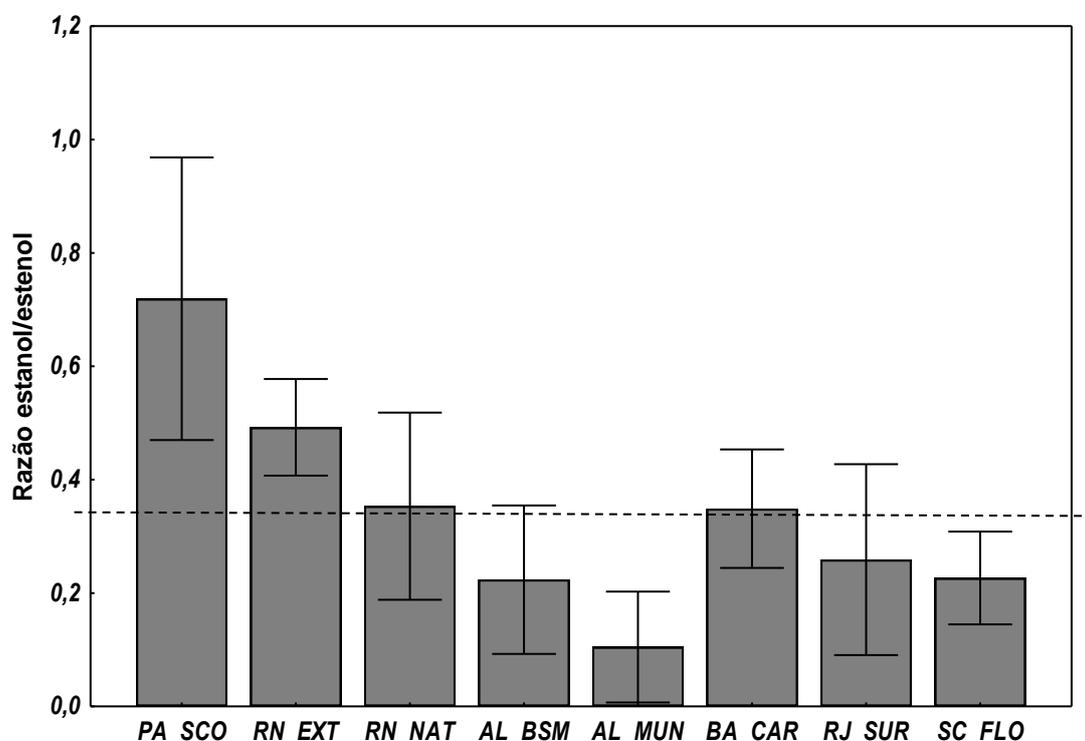
O colesterol é amplamente registrado como principal esteroide em ambientes aquáticos, mas possui ambiguidade quanto às fontes naturais (planctônicas) e, além disso, pode ser encontrado em esgoto (BIANCHI; CANUEL, 2011; VOLKMAN, 1986). Nos manguezais estudados, o colesterol apresentou concentrações relativamente baixas e com uma tendência de aumento nas décadas mais recentes (Figura 44). A elevada correlação positiva com o coprostanol ( $R = 0,77$ ;  $p < 0,05$ ) aponta para a importância de fontes antrópicas para o colesterol presente no sedimento, em provável associação com o aporte de efluentes domésticos. No entanto, em geral, as baixas concentrações de colesterol em sedimentos dos manguezais estudados inviabilizaram a aplicação de razões que utilizam o colesterol, como por exemplo, a coprostanol/colesterol, com os clássicos limiares (0,2 - 1,0) propostos por TAKADA *et al.* (1994) para áreas com contaminação fecal, e acima de 1,0 para aquelas altamente contaminadas. Uma vez que as concentrações de coprostanol são por vezes superiores a metade das de colesterol, faz com que essa relação assumam valores maiores que 0,5 em sedimentos de manguezais, quanto à inferência de contaminação de esgotos domésticos para esses ecossistemas.

O epicoprostanol ( $5\beta$ -colestan- $3\alpha$ -ol) pode ser produzido pela degradação do colesterol durante o tratamento de esgoto ou produzido *in situ* sob condições anaeróbicas extremas. Ainda que em baixas concentrações (valor médio:  $0,29 \pm 0,2 \mu\text{g g}^{-1}$ ) este composto foi detectado na maioria das amostras, indicando uma possível origem diagenética do epicoprostanol nos sedimentos de manguezal. Aplicou-se apenas a razão

epicoprostanol/coprostanol, usada para indicar o nível de tratamento de esgoto lançado no meio ambiente, nas camadas com inferência de contaminação fecal através dos valores absolutos de coprostanol. Os valores desta razão apresentaram média de  $0,17 \pm 0,03$ , este valor expressa uma contaminação por esgoto majoritariamente não tratado para estes manguezais.

Para avaliar o grau de transformação diagenética dos esteróis em ambientes sedimentares, pode ser calculada a razão estanol/esterol. Na matéria orgânica “fresca”, ou seja, aquela recentemente depositada, essa razão fica entre 0,1 e 0,5, devido à produção preferencial pela biota de esteróis insaturados (CANUEL; MARTENS, 1993; WAKEHAM; CANUEL, 2006). Foram encontrados valores elevados para a razão estanol/estenol ( $(27\Delta^0, 28\Delta^0, 29\Delta^{22}, 29\Delta^0) / (27\Delta^5, 28\Delta^5, 29\Delta^{5,22}, 29\Delta^5)$ ), médias entre 0,5 e 1,0 para PA-SCO e RN-EXT (Figura 46), apontando para uma elevada produção diagenética na matéria orgânica dos sedimentos desses manguezais.

Figura 45: Faixa de variação (média  $\pm$  desvio-padrão) para razão estanol/estenol nos testemunhos de sedimento dos manguezais estudados.



Legenda: PA-SCO: São Caetano de Odivelas; RN-EXT: Extremoz; RN-NAT: Natal; AL-BSM: Barra de São Miguel; AL-MUN: Lagoa Mundaú/Maceió; BA-CAR: Caravelas; RJ-SUR: Suruí/Magé; SC-FLO: Florianópolis.

Valores inferiores a 0,4 da razão estanol/esterol foram encontrados nos demais manguezais (RN-NAT, AL-BSM, AL-MUN, BA-CAR, RJ-SUR e SC-FLO), com menores valores para AL-BSM e AL-MUN, o que sugere pouca influência dos processos diagenéticos, ou seja, após o soterramento a matéria orgânica permanece preservada nos sedimentos. Desta forma, o maior teor de matéria orgânica sedimentar está intimamente ligado ao aumento do aporte autóctone e alóctone nos últimos anos para os manguezais, provavelmente resultado: (i) do desenvolvimento estrutural das florestas de mangue de franja; (ii) das atividades antrópicas nos últimos anos, tais como mudanças no uso do solo e crescimento urbano desordenado.

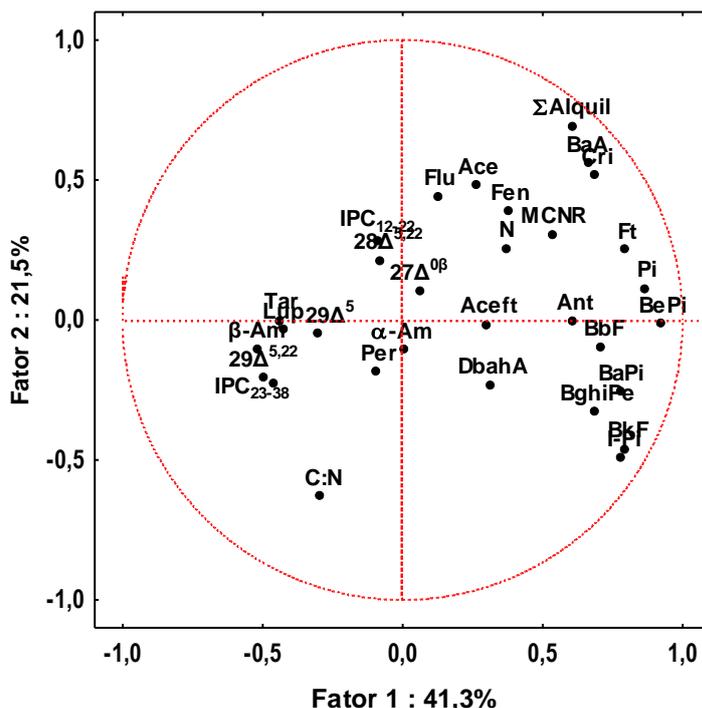
#### 5.3.6. Abordagem integrada: Geoquímica, socioeconomia e eventos históricos.

No último século o Brasil e o mundo passaram por grandes transformações quanto aos modelos econômicos, os quais delinearão a composição histórica do crescimento urbano e industrial, que se configura na atualidade. O processo histórico de ocupação e desenvolvimento socioeconômico da zona costeira brasileira se deu de forma heterogênea, com reflexos nos padrões de ocupação do solo e configurações das atividades antropogênicas dos municípios litorâneos. Nesse contexto, os manguezais estão sujeitos, além das múltiplas fontes naturais de matéria orgânica, às distintas fontes antrópicas, as quais tem se intensificado nas últimas décadas.

Para avaliar se as variações espaciais e temporais das contribuições de matéria orgânica natural e antropogênica nos manguezais são regidas pelo contexto socioeconômico local, procedeu-se com: (i) a aplicação de método estatístico multivariado, análise de componentes principais (PCA – *Principal component analysis*), a fim de acoplar as informações dos marcadores estudados oriundos de fontes diversas, caracterizando a assinatura (natural e/ou antrópica) da matéria orgânica sedimentar; e, (ii) a comparação/correlação com a evolução histórica dos indicadores socioeconômicos municipais, norteados pela política desenvolvimentista nacional.

A análise de PCA, com as variáveis individuais ou agrupadas dos hidrocarbonetos alifáticos, policíclicos aromáticos, triterpenos e esteróis, resultou em dois componentes principais (Fator 1 e Fator 2) que explicaram um total de 62,8 % da variância dos dados (Figura 46).

Figura 46: Projeção dos fatores 1 e 2 da PCA para os marcadores orgânicos analisados neste estudo.



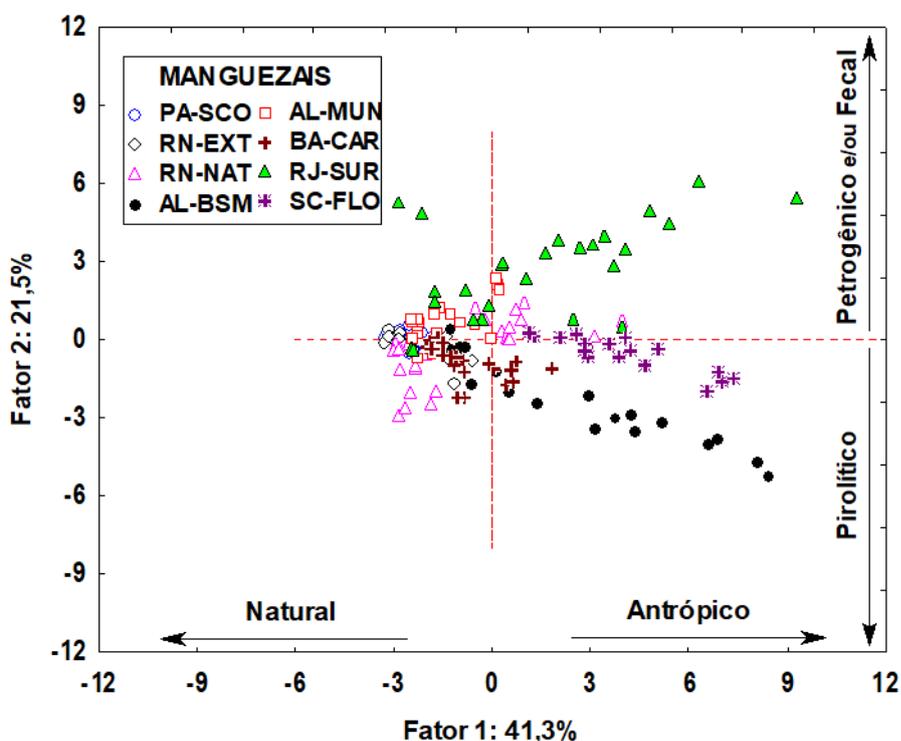
Legenda: C:N: Razão molar C:N; IPC (12-22): Índice Preferencial de Carbono na faixa de n-C<sub>12</sub> a n-C<sub>22</sub>; IPC (24-38): Índice Preferencial de Carbono na faixa de n-C<sub>24</sub> a n-C<sub>38</sub>; N: Naftaleno; 2MN: 2Metil Naftaleno; 1MN: Aceft: Acenaftileno; Ace: Acenafteno; Flu: Fluoreno; Fen: Fenantreno; C1Fen: C1 Fenantreno; Ant: Antraceno; Ft: Fluoranteno; Pi: Pireno, BaA: Benzo(a)antraceno; Cri: Criseno, BbFt: Benzo(b)fluoranteno; BkFt: Benzo(k)fluoranteno; BePi: Benzo(e)pireno; BaPi: Benzo(a)pireno; Per: Perileno; I-Pi: Indeno(1,2,3-cd)pireno; DbahA: Dibenzo(a,h)antraceno; BghiPe: Benzo(g,h,i)perileno; MCNR: Mistura Complexa Não resolvida, ΣAlquil: somatório de compostos alquilados; 29Δ<sup>5</sup>: sitosterol; 28Δ<sup>5,22</sup>: diatomsterol; 29Δ<sup>5,22</sup>: estigmasterol; 27Δ<sup>0β</sup>: coprostanol; Lup: lupeol; Tar: taraxerol; α-Am: α-amirina e β-Am: β-amirina.

O fator 1 (41,3 % da variância total) apresentou valores positivos para os lipídios marcadores de origem antrópica, HPAs e MCNR, enquanto a parte negativa agrupou os marcadores de plantas terrestres, principalmente de manguezais (C:N, IPC<sub>23-38</sub>, Per, Tar, α e β-am, Lup, 29Δ<sup>5</sup>, 29Δ<sup>5,22</sup>) e planctônicas (IPC<sub>12-22</sub>, 28Δ<sup>5,22</sup>) (CRANWELL, 1982; MCCALLISTER et al., 2006). O fator 2, que explica 21,5 % da variância dos dados, deve ser considerado em conjunto com o fator 1, classificando o tipo de contaminação,

quanto à assinatura pirolítica (DbahA, BaPi, BePi, BbF, BkF, I-Pi, BghiPe) no quadrante negativo, e petrogênica ( $\Sigma$ Alquil, Ace, Flu, Fen, N, Aceft, Ant e MCNR) e/ou fecal ( $27\Delta^{0\beta}$ ) agrupada no quadrante positivo para ambos fatores.

Ao avaliar o espalhamento das amostras dos 8 testemunhos entre os fatores 1 e 2 da PCA (Figura 47), foi possível fazer inferências sobre a distribuição espacial e temporal da matéria orgânica nos sedimentos de manguezais, apontadas na figura. Para melhor ilustrar esta distribuição, os fatores 1 e 2 foram graficamente apresentados em função do tempo (Figuras 49 a 56), conjuntamente com indicadores socioeconômicos dos municípios onde se localizam os manguezais.

Figura 47 - Distribuição dos manguezais segundo os dois principais fatores da PCA.

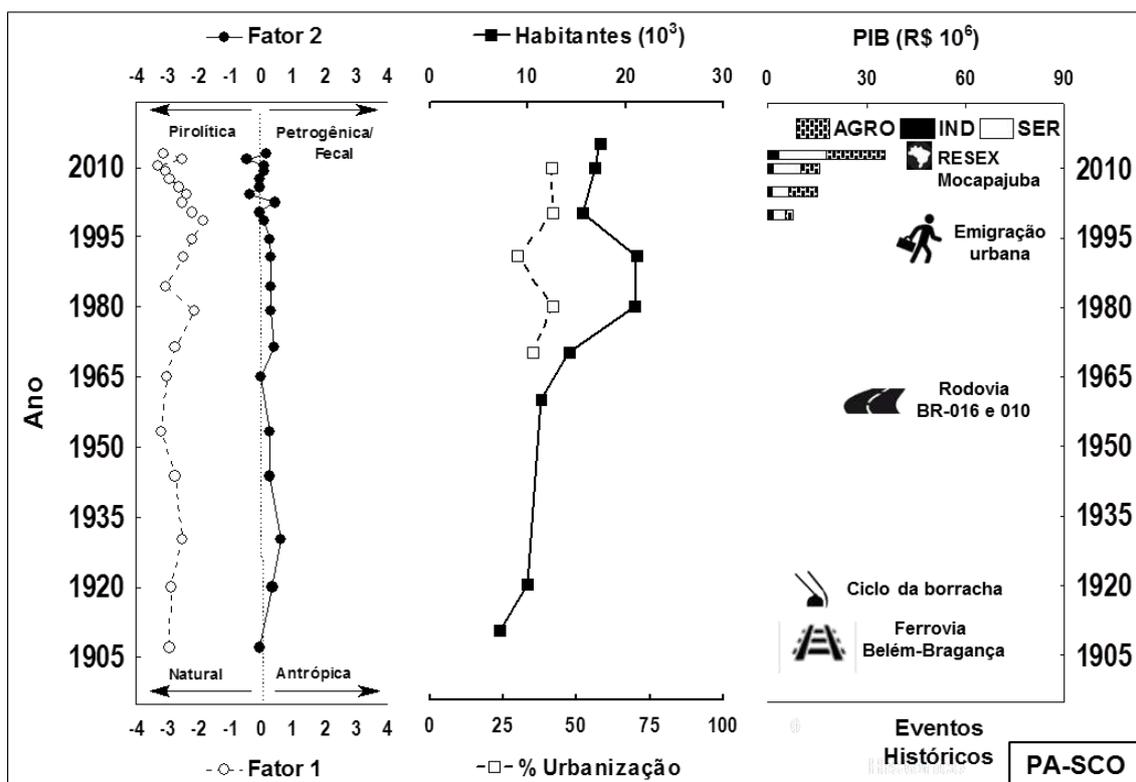


Legenda: PA-SCO: São Caetano de Odivelas; RN-EXT: Extremoz; RN-NAT: Natal; AL-BSM: Barra de São Miguel; AL-MUN: Lagoa Mundaú/Maceió; BA-CAR: Caravelas; RJ-SUR: Suruí/Magé; SC-FLO: Florianópolis.

A começar pela região Norte, PA-SCO apresentou valores negativos do Fator 1 para todas as camadas sedimentares, o que sugere majoritariamente contribuições orgânicas (hidrocarbonetos e esteróis) naturais, e onde foram determinadas as menores concentrações de marcadores orgânicos antropogênicos, conferindo a este manguezal características prístinas, sendo a

área mais preservada da região de estudo. São Caetano de Odivelas apresenta um crescimento demográfico lento (Figura 48), com taxa geométrica anual de crescimento populacional (0,46) muito inferior à média do estado do Pará (2,04).

Figura 48: Evolução das contribuições naturais e antrópicas da matéria orgânica, nº de habitantes, taxa de urbanização, e PIB detalhado por setores (AGRO: Agronegócio, IND: Indústria, SER: Serviços) e principais eventos históricos em São Caetano de Odivelas (PA).



Como reflexo de uma história de povoamento peculiar, essa região do Salgado Paraense se caracteriza pelas baixas taxas de urbanização e uso da terra associado a atividades turística, pesqueira e extrativistas de produtos dos manguezais, representadas pelos setores de serviços e agronegócio, respectivamente, reponsáveis por mais de 80% do PIB municipal (IBGE, 2017). A peculiaridade é devida ao processo de urbanização intensa desencadeado em municípios próximos como São Francisco do Pará e Igarapé-Açu e a cidade de Castanhal, cujos principais eixos de ocupação estiveram atrelados à estrada de ferro Belém-Bragança, para o escoamento agrícola e da borracha para

exportação, posteriormente desativada em 1960, devido ao surgimento das rodovias BR-316 e BR-010 (Belém-Brasília), visto o contexto do Plano de Metas de Juscelino Kubitschek. Associado a estas construções houve um aumento do número de habitantes, entretanto, a partir da década de 1990, percebe-se um decréscimo populacional devido à emigração urbana (Figura 48), principalmente de habitantes mais jovens para os municípios vizinhos supracitados em busca de melhores condições (ZEE, 2010).

Apesar de tardio (2014) e incipiente, o ordenamento territorial de São Caetano de Odivelas já conta com medidas restritivas de ocupação. Por parte do governo federal foi criada a Reserva Extrativista Marinha de Mocapajuba, em 2012, que, em conjunto com mais 11 APAs (só no Pará), é responsável pela maior produção de pesca artesanal marinha do país (RIVERA, 2015). Entretanto, essas áreas de manguezais prístinos estão vulneráveis frente às atuais fronteiras de prospecção petrolífera, em fase exploratória, na Margem Equatorial brasileira (CNPE, 2017).

Quanto aos manguezais da região nordeste, ao longo do tempo, todas as camadas de RN-EXT expressaram valores negativos quanto ao fator 1, mas com suave tendência de aumento a partir de 1990, sugerindo majoritariamente uma assinatura natural da matéria orgânica, com incipiente influência antrópica nas últimas décadas, reflexo do aumento populacional e crescente industrialização (Figura 49). Em contrapartida, esta mesma época é marcada por aumento das fontes petrogênicas e fecais na matéria orgânica acumulada no manguezal da capital Natal (RN-NAT, Figura 50).

Figura 49: Evolução das contribuições naturais e antrópicas da matéria orgânica n<sup>o</sup> de habitantes, taxa de urbanização, e PIB adicionado por setores (AGRO: Agronegócio, IND: Indústria, SER: Serviços) e principais eventos históricos em Extremoz (RN).

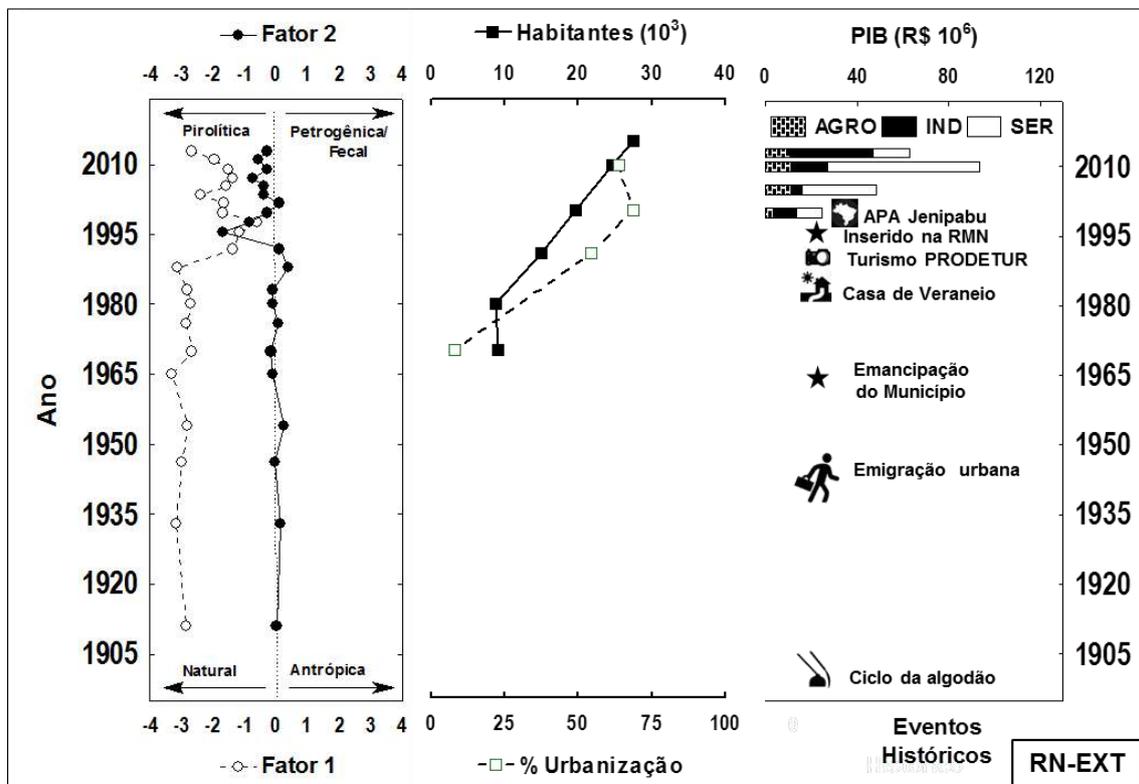
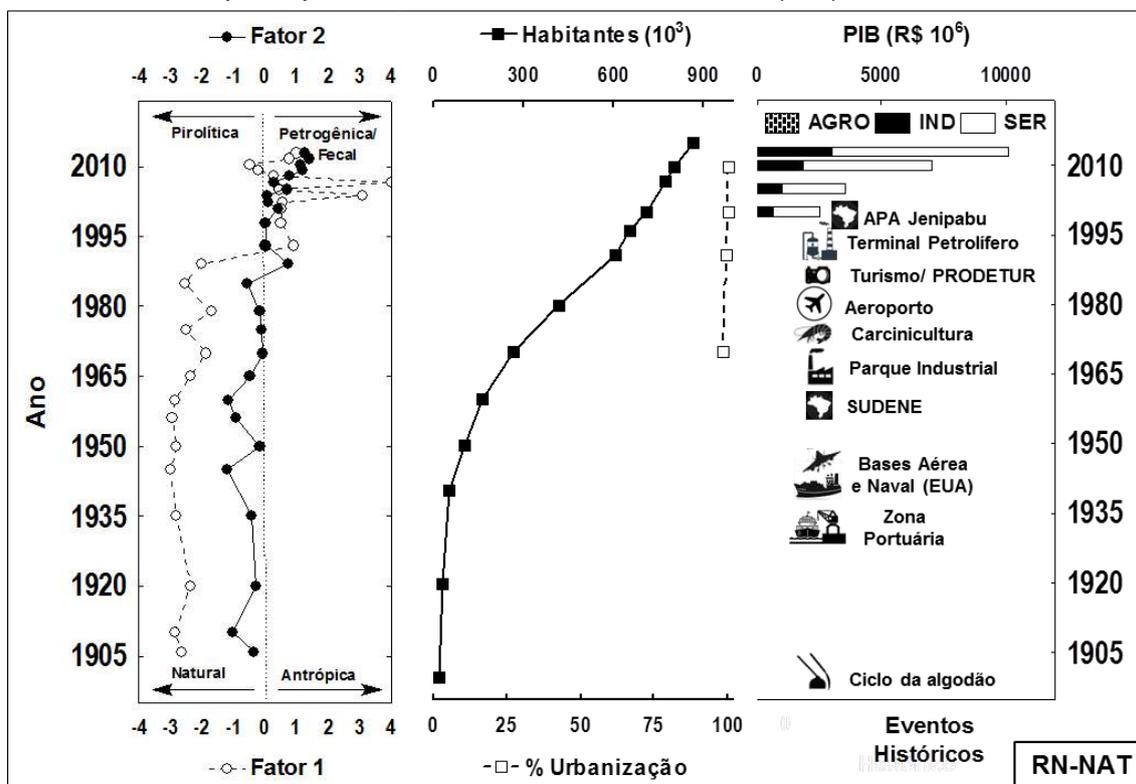


Figura 50: Evolução das contribuições naturais e antrópicas da matéria orgânica, nº de habitantes, taxa de urbanização, e PIB adicionado por setores (AGRO: Agronegócio, IND: Indústria, SER: Serviços) e principais eventos históricos em Natal (RN).



Os manguezais estudados no Rio Grande do Norte se distanciam em menos de 50 km, entretanto seus municípios apresentam historicamente perfis de crescimento demográfico e socioeconômicos distintos. Natal, no século XIX, era conhecida como o local de escoamento da produção de algodão para o mercado europeu (DANTAS, 2009), mas foi somente durante a segunda guerra mundial que Natal inicia um crescimento acelerado, cujos principais motivos foram: (i) instalação das bases aérea e naval dos Estados Unidos em 1940/1941 e construção de estradas; (ii) seca no interior do estado, além da crise do algodão (1942), gerando migração para a capital. Crescimento populacional que se acentua devido a diversas políticas públicas, a partir principalmente da criação da Superintendência para o Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), em 1959, que gerou programas habitacionais e de intensificação de atividade industrial (2 parques industriais), de petróleo (terminal de petróleo, 1999), turística, de comércio e serviços, inclusive a

expansão da zona portuária de Natal, ponto de escoamento do agronegócio para exportação (principalmente de frutas) desde 1932 (COSTA, 2000).

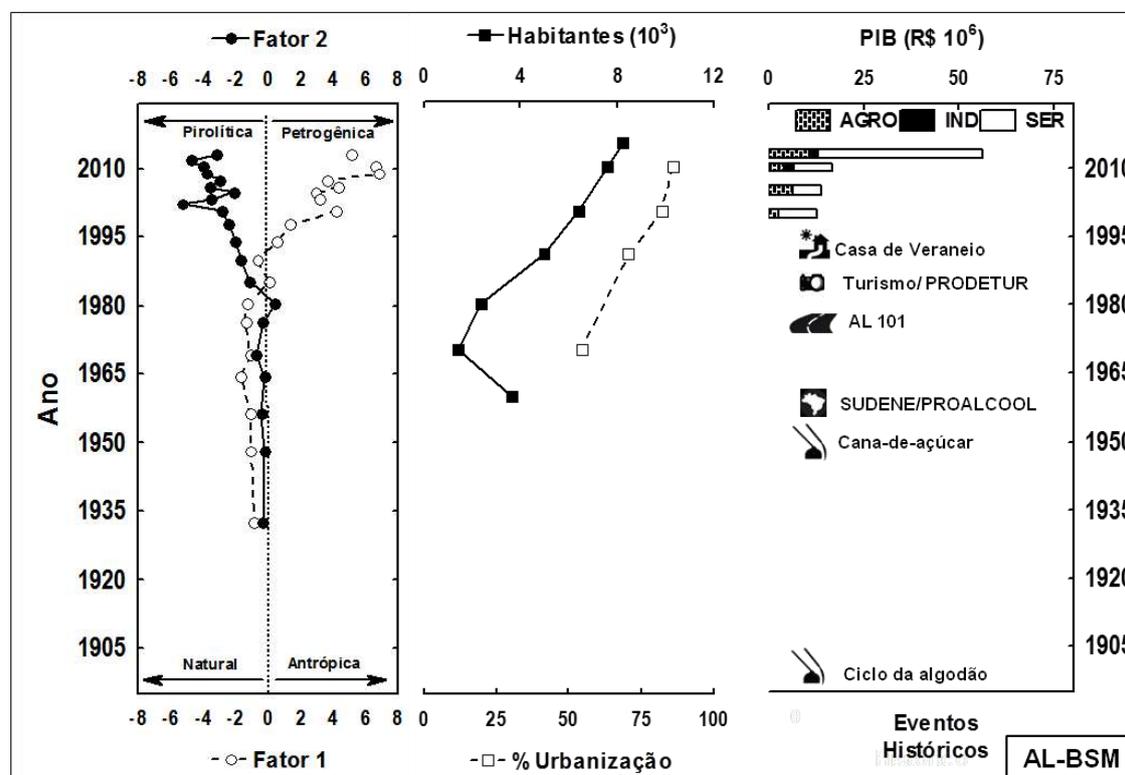
Cabe destacar que o pioneirismo da carcinicultura no Brasil se deu no Rio Grande do Norte, em 1970, com maior desenvolvimento nas duas décadas seguintes (SANTOS *et al.*, 2015). O processo de urbanização da capital Natal culminou a partir da década de 1990 e alcançou taxas superiores a 99,9% (Figura 50), inclusive com grandes investimentos de empresas europeias e do MERCOSUL no setor do turismo (FURTADO, 2007). Em paralelo, ocorre a expansão do setor industrial (têxtil, metalúrgico, de papel e celulose, de construção, etc), que se estende até o presente (CÂMARA; PEREIRA, 2013), percebidos no crescimento do PIB para estes setores (Figura 50). Entretanto, o crescimento socioeconômico se processou de forma desordenada, com acelerado crescimento demográfico (Figura 50) sem o devido planejamento de infraestrutura e gestão urbana, quanto ao saneamento básico, com emissão de efluentes domésticos não tratados (menos de 62 % dos domicílios possuíam esgotamento sanitário adequado - IBGE, 2008) e industriais para os corpos d'água, confirmado pela contaminação petrogênica e fecal registrada nos sedimentos do manguezal RN-NAT indicada na Figura 50.

Um movimento de regionalização do desenvolvimento de Natal vem ocorrendo em direção aos municípios vizinhos, como Extremoz, principalmente no litoral, devido à expansão da atividade turística, com incentivos do governo através de Programas Regionais de Desenvolvimento do Turismo/PRODETUR, e ao aumento do número de casas de veraneio, (FERREIRA; SILVA, 2007). Atualmente, o município de Extremoz já apresenta Áreas de Preservação Permanente (APP) sendo ocupadas pela indústria hoteleira e pela carcinicultura, bem como há lançamento de efluentes domésticos *in natura* (apenas 37,7 % de domicílios possuem coleta de esgoto) (IDEMA, 2009; IBGE, 2010).

Os manguezais do litoral de Alagoas, também exibiram em seus sedimentos alterações de origem antrópica a partir da década de 90, e se diferenciaram quanto à assinatura de fontes de matéria orgânica: sendo pirolítica em AL-BSM e petrogênica e fecal em AL-MUN. Apesar do pequeno número de habitantes de Barra de São Miguel (Figura 51) e baixas

concentrações de contaminantes, a matéria orgânica depositada no manguezal AL-BSM apresenta marcadamente um caráter pirolítico, que está provavelmente associado à principal atividade agrícola da região, a cana-de-açúcar, cuja plantação se estende ao longo de toda bacia hidrográfica do rio São Miguel que banha este manguezal (SEPLAG, 2015).

Figura 51: Evolução das contribuições naturais e antrópicas da matéria orgânica, nº de habitantes, taxa de urbanização, e PIB adicionado por setores (AGRO: Agronegócio, IND: Indústria, SER: Serviços) e principais eventos históricos em Barra de São Miguel (AL).

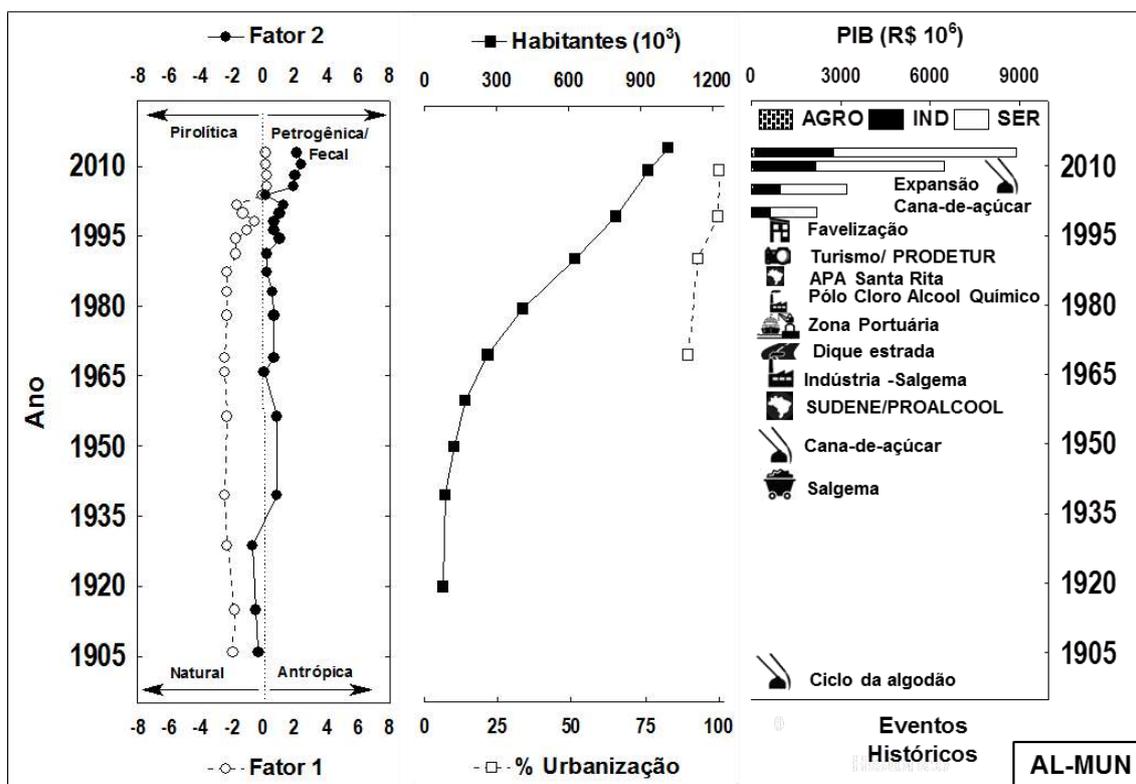


A partir do declínio da atividade algoeira em 1950, o cultivo de cana de açúcar vem se expandindo e modernizando no litoral alagoano desde a implementação do PROÁLCOOL (Programa Nacional do Alcool:1975-1989, LIMA, 2010), sobretudo nas últimas duas décadas (AGUIAR; SOUZA, 2014; MAPA, 2015). Desta forma, a agroindústria sucroalcooleira norteou o ordenamento territorial moderno, com vastas áreas de cultivo e consequente redução da cobertura vegetal original (SANTOS *et al.*, 2009). Além desta atividade agrícola, houve também o deslocamento do eixo de urbanização para

a atual região metropolitana de Maceió (RMM), resultante do processo de estruturação do espaço de produção canavieira e do salgema (1970 e 1980), inclusive com a supressão de extensas áreas de manguezais por um grande projeto de aterro denominado Dique estrada (MACEIÓ, 2017). Neste período, outros importantes empreendimentos na região foram o Porto de Maceió (inauguração em 1978), e instalações industriais como Pólo Cloroquímico de Alagoas, incluindo a Salgema Indústrias Químicas S/A (1976), atualmente Brasken. (SANTOS *et al.*, 2007; SEPLAG, 2015). Em decorrência ao segundo choque do petróleo em 1979, o governo brasileiro decidiu aumentar o uso do etanol hidratado, assinando acordos com fabricantes de automóveis e estimulando a construção de um grande número de destilarias autônomas (MORAES, 2000). Por conseguinte, houve um crescimento populacional e mudanças de tendência de origem de matéria orgânica, com incremento de fontes pirolíticas, principalmente em AL-BSM (Figura 51), a partir da década de 80 até os dias atuais. Segundo, MAPA (2011) a produção de cana-de-açúcar manteve seu ritmos de expansão, entre 1990 e 2009, motivada pelo desenvolvimento tecnológico nas fases de produção, mas principalmente através do expressivo aumento da área plantada.

No manguezal AL-MUN, foram registrados sinais de contaminação petrogênica e fecal em reflexo do grande contingente populacional e expansão urbana e turística acelerada particularmente claros a partir da década de 90. Isso pode ser reflexo da aceleração do crescimento econômico constatado pelos dados do PIB, bem como da taxa de urbanização do município que já ultrapassava 99 % (Figura 52) com expansão de rodovias e intenso processo de favelização no entorno do Complexo Estuarino Lagunar Mundaú-Manguaba (CELMM) (MACEIO, 2017).

Figura 52: Evolução das contribuições naturais e antrópicas da matéria orgânica, nº de habitantes, taxa de urbanização, e PIB adicionado por setores (AGRO: Agronegócio, IND: Indústria, SER: Serviços) e principais eventos históricos em Maceió/Lagoa de Mundaú (AL).

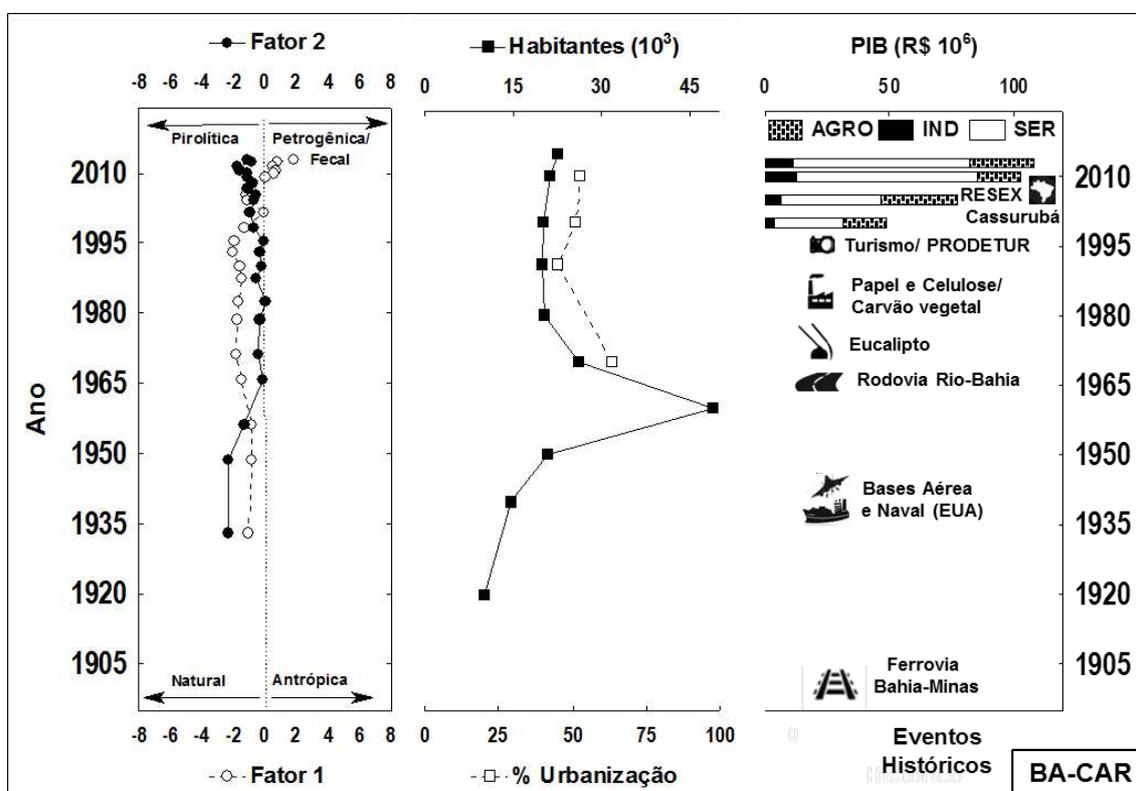


Nas últimas décadas, os setores industrial e de serviços são majoritariamente responsáveis pelo PIB da região, refletindo a expansão de usinas sucroalcooleiras e petroquímicas, bem como serviços de governo, além do turismo presente na região do CELMM da cidade Maceió (IBGE, 2017). Soma-se a este cenário, a insuficiência de saneamento básico, com menos da metade da população (47,1%) com acesso à coleta de esgoto sanitário (IBGE, 2000; 2010), o qual é lançado sem tratamento na lagoa Mundaú, onde já há o registro de contaminação fecal (ARAÚJO *et al.*, 2010). O que, por sua vez, pode trazer risco à saúde humana e à coleta artesanal do sururu (*Mytella falcatta*), base do sustento econômico da população local de baixa renda (TAMANO *et al.*, 2015). No entanto, vale ressaltar, que a assinatura antrópica registrada no manguezal AL-MUN é atenuada pela grande entrada de material orgânico de origem terrestre para a lagoa Mundaú, que pelo menos em parte é oriundo do aporte de efluentes da agroindústria, como o vinhoto, e a cinza do

bagaço reutilizados como fertilizantes nos cultivos (MARQUES, 2006; CARREIRA *et al.*, 2011). Enquanto que em Barra de São Miguel, as elevadas taxas de urbanização (superiores a 80 %), o aumento do número de casas de veraneio e da atividade turística (Figura 51), aliados ao baixo número de domicílios com esgotamento sanitário (52,7% - IBGE, 2010), são os principais responsáveis pela amplificação do sinal antrópico em AL-BSM, além da contaminação pirolítica supracitada.

Ainda na região nordeste do Brasil, o manguezal BA-CAR apresentou um registro de fontes naturais de matéria orgânica até a década de 2000, quando há indícios de assinatura antrópica no sedimento, sobretudo pirolítica (Figura 53). O município de Caravelas possui pequena taxa de urbanização (cerca de 50 % - IBGE, 2010), mas foi palco de importantes instalações históricas, entre elas a ferrovia Bahia-Minas (estação inaugurada em 1897), com grande importância socioeconômica local até sua desativação, em 1966, devido à construção da rodovia Rio-Bahia; além da instalação de um aeroporto (década de 1940) pelos americanos, a fim de atuar como base aérea militar das forças aliadas durante a Segunda Guerra Mundial (ELEUTÉRIO, 1996). Tais empreendimentos em conjunto com o ciclo do cacau no sul da Bahia (monocultura de exportação), impulsionaram um aumento populacional e econômico na década 50, alcançando cerca de 50.000 habitantes (Figura 53), com subsequente declínio com o fim destas atividades e o advento da praga vassoura-de-bruxa (fungo *moniliophthora perniciosa*) levando à queda acentuada da produção cacaueira (SANTOS, 2013).

Figura 53: Evolução das contribuições naturais e antrópicas da matéria orgânica, nº de habitantes, taxa de urbanização, e PIB detalhado por setores (AGRO: Agronegócio, IND: Indústria, SER: Serviços) e principais eventos históricos em Caravelas (BA).



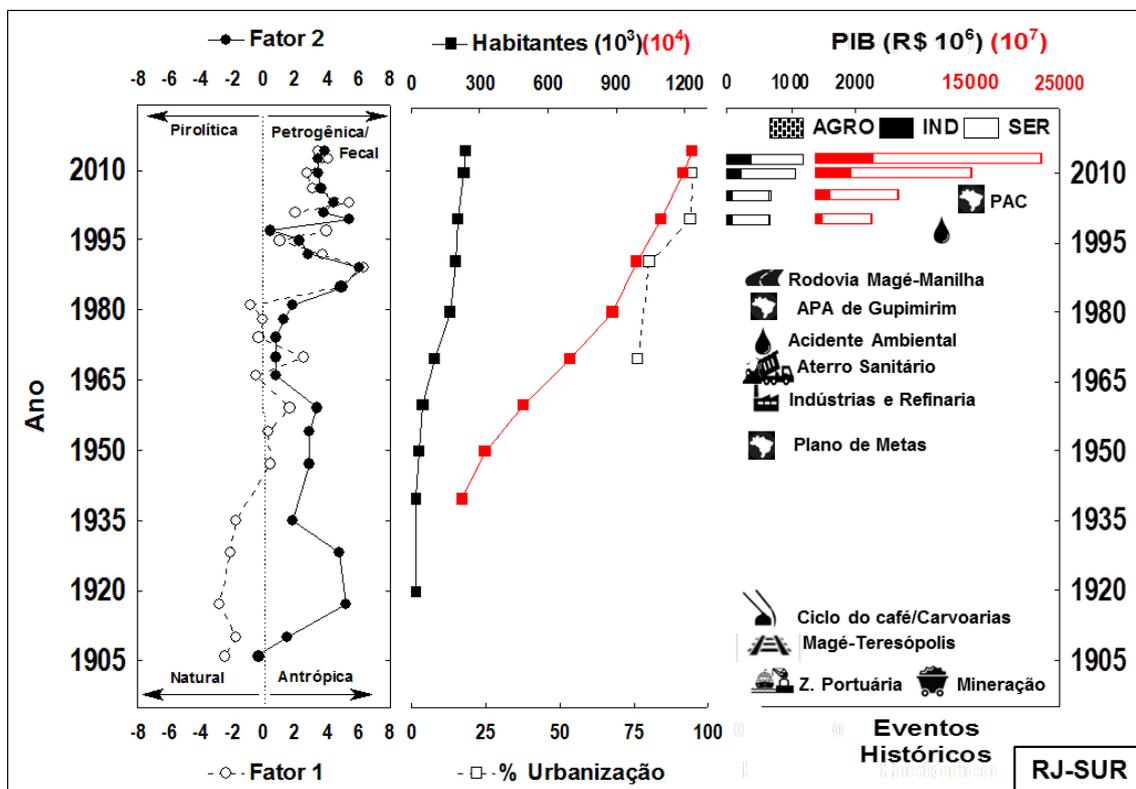
Atualmente, a população exerce atividades tradicionais (pecuária, pesca e agricultura de subsistência), embora a silvicultura do eucalipto, para produção de celulose e carvão (Aracruz Celulose – inaugurada em 1988, atualmente Fibria S.A, maior produtor de celulose de eucalipto do mundo), e o turismo constituam os vetores mais dinâmicos, responsáveis por grande parte do PIB regional (Figura 53). Em 2003, para o escoamento da produção de eucalipto foi instalado o Terminal Marítimo de Caravelas por parte da Fibria S.A, e por sua vez as atividades de dragagem vem gerando potenciais impactos para os manguezais e pescadores locais (BRANQUINHO; FELZENSZWALB, 2007). As emissões recentes dessas atividades podem ter relação com a assinatura pirolítica registrada no manguezal BA-CAR, principalmente pelo aumento do fluxo de embarcações. As recentes transformações ambientais e socioprodutivas incluíram o turismo como atividade relevante no município de

Caravelas (DIAS; SOARES, 2008; SOUZA; VALE, 2016). O ecoturismo de base comunitária se inicia através da visitação do Parque Nacional Marinho (PNM) dos Abrolhos e da Reserva Extrativista (RESEX) Cassurubá (2008) (OLIVEIRA, 2014).

Vale ressaltar o baixo percentual de esgotamento sanitário adequado no município (24 % - IBGE, 2010), já sinalizado pelo, ainda que incipiente, acúmulo de coprostanol nos sedimentos.

Na região sudeste, desde a década de 1930, a PCA revelou um caráter antrópico da matéria orgânica depositada em RJ-SUR (Figura 54), no município de Magé, ao fundo da baía de Guanabara. Historicamente, a baía de Guanabara desempenhou um importante papel como zona portuária, principalmente utilizada para exportação, no escoamento da produção dos ciclos da cana-de-açúcar (séc XVII), do ouro (séc XVIII) e do café (séc XIX), o que impulsionou um aumento demográfico ao longo dos séculos, facilitado pela construção da ferrovia Magé-Teresópolis, em 1908 (Figura 54) (COELHO, 2007). No entanto, é durante o século XX, a partir de 1930, que inicia o agravamento da degradação ambiental, com a adoção do modelo urbano-industrial, com efeitos sobre os manguezais da baía de Guanabara, incluindo RJ-SUR.

Figura 54: Evolução das contribuições naturais e antrópicas da matéria orgânica, nº de habitantes, taxa de urbanização, e PIB adicionado por setores (AGRO: Agronegócio, IND: Indústria, SER: Serviços) e principais eventos históricos em Magé/Suruí (RJ) e Região metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ).



Legenda: Os dados referentes à RMRJ estão em vermelho.

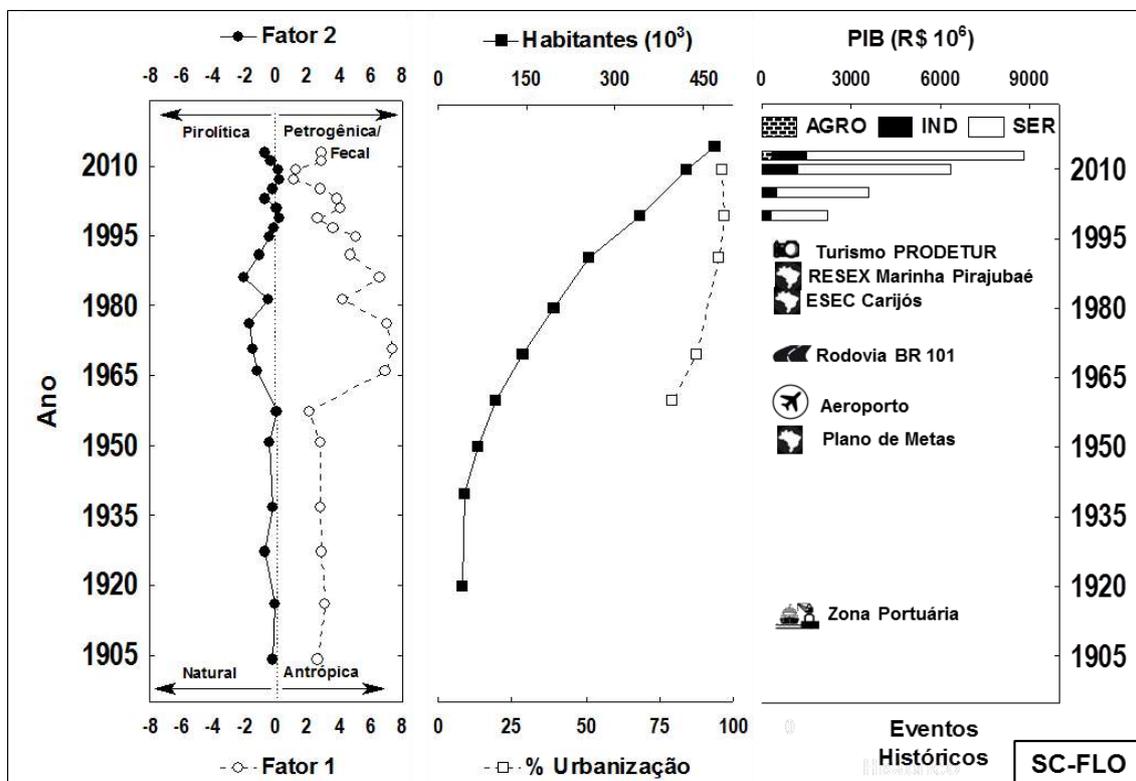
A execução do Plano de Metas no governo de Juscelino Kubitschek (1956-1961) é marcada pela implantação dos megaprojetos de infraestrutura urbana e expansão das indústrias nacionais (ex. REDUC), multinacionais (ex. Bayer e Giba-Geiger) e ainda grandes estaleiros no entorno da baía de Guanabara (AMADOR, 2013). Conduzido pela industrialização (PIB em crescimento), o crescimento populacional do município foi concomitante ao processo de urbanização com taxas superiores a 75 % em 1990, alcançando atualmente 95 %, com cerca de 330.000 habitantes. Este cenário se agrava ao considerar a Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ), a qual circunda a baía de Guanabara. Com um contingente populacional com cerca de 12 milhões de habitantes, esta baía é receptora de aportes frequentes de resíduos sólidos, domésticos e industriais, além de sofrer historicamente diversos

acidentes ambientais (Figura 54). Os principais setores responsáveis pelo PIB da RMRJ (68% do total estadual) são atualmente a indústria e serviços, com acelerado crescimento econômico nas últimas décadas. (Figura 54) (IBGE,2010).

Foi a partir da década de 1980 e 2000, paradoxalmente à criação da APA de Guapimirim em 1984, que se acentua o registro de matéria orgânica de origem antrópica em RJ-SUR, devido a estes aportes crônicos e agudos de efluentes industriais (inclusive derramamentos de petróleo) e domésticos, exibindo uma assinatura petrogênica e fecal bem marcada nos sedimentos (Figura 54). Apesar do aumento percentual nas últimas décadas, o crescimento urbano da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, impulsionado desde a construção de importantes vias principalmente a ponte Rio-Niterói (1968) e a rodovia Magé-Manilha (1985) e mais recentemente com o Programa de Aceleração do Crescimento - PAC (2007), o qual não é acompanhado por um planejamento adequado. Isso porque, menos da metade de seus domicílios é atendida pelo serviço de esgotamento sanitário canalizado (50 % - IBGE, 2010). Vale ressaltar, a presença histórica de um aterro sanitário, recentemente inativado (1976-2012), construído numa área de manguezais. Na maior parte dos casos, os esgotos são ligados à rede de drenagem e carreados sem tratamento, para a baía de Guanabara (COSTA *et al.*, 2016).

Finalmente, SC-FLO, da região sul do Brasil, apresentou valores positivos para o fator 1 da PCA, o que significa que a matéria orgânica sedimentada vem principalmente de fonte antrópica. Entretanto, cabe ressaltar que o posicionamento da  $\alpha$ -amirina, principal triterpenoide natural para SC-FLO, está deslocado dos demais marcadores naturais, o que influencia o posicionamento das amostras para o quadrante positivo do fator 1, apesar dos baixos níveis de contaminantes registrados neste manguezal (Figura 55).

Figura 55: Evolução das contribuições naturais e antrópica da matéria orgânica, nº de habitantes, taxa de urbanização, e PIB adicionado por setores (AGRO: Agronegócio, IND: Indústria, SER: Serviços) e principais eventos históricos em Florianópolis (SC).



O município de Florianópolis até 1930 era um centro portuário e comercial apenas de importância local para abastecimento das cidades da região litorânea, com a agricultura da mandioca (para a produção de farinha) e a pesca artesanal como as principais atividades econômicas (MIRA, 2002).

A ascensão do transporte rodoviário foi determinante para a decadência do porto em 1965, com a conclusão da BR-101 em 1970 e, em seguida, da Ponte Colombo Salles, a mais recente que liga o continente à Ilha de Florianópolis (MAMIGONIAN, 1966; PELUSO JÚNIOR, 1990). Estes fatores proporcionaram um acelerado aumento populacional, resultando numa mudança brusca no perfil de contribuição antrópica na década de 1970. Além disso, a expansão urbana e imobiliária, delinearam para as próximas décadas uma nova e principal atividade econômica, o turismo, com grandes obras de infra-estrutura como aterros marítimos, aeroporto internacional, vias expressas de ligação norte-sul dentro da Ilha, shoppings e resorts (PMHIS, 2009). Desta forma, ocorre outro intenso crescimento populacional, com taxas de

urbanização que ultrapassavam, na década de 1990, 95 % (IBGE, 2010 - Figura 55).

Peculiarmente, a formação histórica da Região Metropolitana de Florianópolis nunca esteve associada a uma tradição industrial, estando seu PIB principalmente associado ao setor de serviços e atividades ligadas ao turismo (MATTEI; LINS, 2001), que representam mais de 80 % do PIB do município (IBGE, 2010). Atualmente, Florianópolis possui 87,8 % de domicílios com esgotamento sanitário adequado (IBGE, 2010), refletida na incipiente contaminação fecal registrada no manguezal SC-FLO, como expressado pela tendência de redução dos valores do fator 1, fruto do aumento da preocupação ambiental marcado pela criação da Estação Ecológica Carijós (1987) e da Reserva Extrativista Marinha Pirajubaé (em 1992).

Contudo, em meados da década de 2000 há um incremento recente de aportes antropogênicos com assinatura pirolítica em SC-FLO, indicando uma nova onda de crescimento econômico, representado pelo acentuado aumento das contribuições da indústria e serviços para o PIB municipal (Figura 55). Concomitantemente, tem-se um processo acelerado de urbanização, juntamente com a proximidade com o aeroporto Hercílio Luz em expansão, bem como as importantes rodovias estaduais, SC 401 e SC 402, com tráfego veicular intenso, que atravessam parte do manguezal (DAVID, 2004). Em diagnóstico recente dos mexilhões de fazenda marinha de Florianópolis verificou-se que estes não representam riscos à exposição humana (RAMOS *et al.*, 2017), o mesmo se aplicando aos berbigões coletados na Reserva Extrativista de Pirajubaé, onde estão localizados os manguezais do presente estudo (RAMOS, 2016). Entretanto, apesar dos níveis baixos de HPAs registrados nos sedimentos, o sinal antrópico merece atenção, visto a importância da aquicultura de crustáceos para a socioeconomia da região (SEBRAE/SC, 2010) e a mais recente episódio de desaparecimento dos berbigões na RESEX supracitada (RIBAS, 2014).

## 5.4 Conclusão

A abordagem multi-paramétrica (biomarcadores lipídicos) utilizada neste estudo possibilitou efetivamente se conhecer a origem e variações espaço-temporais do aporte de material orgânico, bem como dos níveis de contaminação por hidrocarbonetos e esgotos domésticos nos sedimentos de manguezais brasileiros, influenciada pelo processo de ocupação de território, incluindo a intensa urbanização ainda vigente no país.

Este estudo é importante para compreensão dos impactos das atividades antrópicas em sistemas estuarinos tropicais, e poderá ser utilizado para subsidiar políticas públicas de ordenamento territorial que envolvam atividades próximas a áreas de proteção permanente, como são os manguezais.

O processo de ocupação populacional e as atividades agrícolas e industriais durante as últimas décadas na zona costeira brasileira são responsáveis por profundas mudanças nos padrões naturais de produção, transporte e acúmulo de matéria orgânica nos manguezais. Uma das principais alterações é, em termos qualitativos, o aumento de matéria orgânica de origem alóctone (antropogênica) em períodos mais recentes nos manguezais, apesar da clara predominância das fontes autóctones (serapilheira das florestas de mangue) nos sedimentos.

O estudo da evolução histórica do acúmulo de hidrocarbonetos e esgotos domésticos resultou desde níveis baixos a moderados de contaminação petrogênica, pirolítica e/ou fecal nos manguezais. O nível da contaminação está intrinsecamente relacionado à proximidade de centros urbanos, bem como às atividades econômicas locais. Os manguezais presentes nos núcleos de regiões metropolitanas de Natal (RN), Maceió (AL) e Rio de Janeiro (RJ) apresentaram os maiores níveis de contaminação, em contrapartida São Caetano de Odivelas é o manguezal mais prístino considerado neste estudo.

## 6 REFLEXÕES

### 6.1 Introdução

Todo começo é difícil em qualquer ciência.

(Karl Marx)

Sem dúvida, escrever essa reflexão foi a parte mais desafiadora e inspiradora desta tese. Após o desafio em conjugar dados geoquímicos com socioeconômicos para compreender o histórico de contaminação dos manguezais brasileiros, não muito usual nos artigos científicos de contaminação. Isto é até compreensível por tamanha complexidade de técnicas laboratoriais, fundamentação teórica específica para a interpretação de múltiplas variáveis com intensa leitura de referências bibliográficas e a dificuldade em buscar e compilar dados de cerca de um século no Brasil. Reconhece-se o hibridismo destes dados e com outros não considerados, para compreender a realidade testemunhada por estes ecossistemas e seu entorno.

O extenso e intenso caminho percorrido nas veredas das ciências naturais, àquelas ditas duras, mais especificamente nos campos da oceanografia e da geoquímica, epistemologicamente e tecnologicamente me construiu como cientista. Mas desde a graduação e mestrado em oceanografia e até mesmo durante este doutorado questionamentos me circundavam quanto ao meu papel como cientista na sociedade: Seria mesmo um artigo científico o maior alcance de um cientista? Só poderia dialogar ciência com alguns acadêmicos e com autores que só conhecia pelas letras que o referenciavam? Por que meus argumentos científicos sobre algum assunto chancelavam o conhecimento e silenciavam qualquer conversa em que me envolvia? Como comunicar ciência para a sociedade “não científica” com a linguagem técnica e científica outorgada ao cientista?

A proposta deste capítulo foi tecer reflexões e singelos apontamentos para mim mesma, como cientista, quanto à extensão da ciência que eu faço, ou àquela que me ensinaram metodologicamente a fazer, e àquela que, ainda um sonho imaginário, gostaria de me propor a realizar, se possível ainda nesta vida. Sem nenhuma pretensão de julgar ou “*subjulgar*” o mundo científico, ou

mesmo paradigmar o caminho, ou caminhar por paradigmas, apenas caminhar o caminho num ócio de reflexão e percepção do que durante o caminho trilhei. Apesar de não ser o objeto de estudo desta tese, (o que poderia ter sido bom) teceu-me durante o fazimento desta e, pareceu-me agradável expor um pouco da complexidade de meus pensamentos, não sei se tão meus, mas que construí lendo, refletindo e tentando “dialogar” com muitos autores, inseridos numa navegável aventura com fugas, ilhas e pontes, ao longo de um oceano de incertezas, a fim de buscar (ou provocar) o papel de um cientista-pesquisador, que gostaria de ser ao modo das antigas gerações um cientista-pensador...

## **6.2 Testemunho de alma: a inquietação de um cientista**

Ao me debruçar no estudo de testemunhos de lama a fim de compreender a realidade dos manguezais brasileiros no último século, para alcançar um título de doutor, testemunhei em minha alma, agora de forma mais intensa, uma inquietação acerca do meu papel como cientista-pesquisador. A seguir relato um testemunho pessoal para substanciar esta inquietação.

“Desde a graduação e mestrado em Oceanografia (UERJ: 2003-2010) verificava o destino final de meus trabalhos: apresentações em congressos, requisito final para o título de bacharel e mestrado, publicações em revistas científicas. Não posso negar a extrema importância que tais programas e trabalhos tiveram em minha formação, estudei afincado a oceanografia, trilhando um caminho no braço da química, no qual me aprofundei na ferramenta geoquímica: os marcadores moleculares. Estas substâncias agem como impressões digitais, testemunhando os processos naturais e humanos que atuam ou atuaram em algum ambiente. É apaixonante o conhecimento que pode ser obtido através do uso desta ferramenta para os campos da biogeoquímica da matéria orgânica, contaminação/poluição dos ecossistemas e sua relevância para a compreensão ambiental (espero que o leitor tenha assim vislumbrado nos capítulos desta tese). Aliado a isto, a geoquímica orgânica é um ramo das ciências "exatas" que apresenta facilidade para publicações em revistas de referência, o que por sua vez abre muitos caminhos para adentrar no "mundo das ciências".

Academicamente, enriqueci meu currículo Lattes, a “identidade” científica de um pesquisador, delineando uma expertise e iniciando o trilhar do que um dia poderia se tornar uma carreira científica “brilhante”. O Laboratório de Geoquímica Orgânica Marinha (LaGOM), na Faculdade de Oceanografia, lugar onde realizei os estudos, foi literalmente um divisor de águas para minha vida acadêmica. Um contrato com uma empresa possibilitou uma interligação da ferramenta brilhante que manuseava (marcadores moleculares) com um dos ecossistemas mais encantadores que vislumbrei: os manguezais. Foram dois anos de incessante busca do conhecimento que poderíamos gerar sobre a qualidade ambiental de manguezais integrantes de uma Área de Proteção Ambiental no estado do Rio de Janeiro.

Após este período, caiu-me a ficha, que resultou na decisão de permanecer na vida acadêmica. O conhecimento científico adquirido através de todas as idas e vindas, amostragens, amizades e diálogos com pescadores, catadores de caranguejos e companheiros de equipe (sob trabalho árduo, mas prazeroso no LaGOM com a aplicação da ferramenta), resultou "apenas"<sup>3</sup> em um produto final (textual/relatório) de cada parte envolvida, sem quaisquer possibilidades de integração e sequer uma publicação "no mundo das ciências". Quiçá, devido às cláusulas contratuais, o compartilhamento do conhecimento com a comunidade envolvida com estes manguezais, muitos dos quais nos auxiliaram em nossas amostragens, que ao meu ver eram os mais interessados na divulgação deste conhecimento. Afinal, quando chegamos com nossa áurea científica, estes atores (pescadores, catadores de caranguejo, etc.) prontamente se propõem a levar-nos a conhecer e “explorar” seu ambiente tão familiar: seja por relação profissional, de subsistência e/ou cultural.

Desta forma, a permanência na vida acadêmica, onde “em teoria” o conhecimento poderia/deveria ser disseminado e "público" foi iminente. Percebi então, que existia um oceano que dividia o conhecimento gerado na

---

<sup>3</sup> Este "apenas" não está inserido com intuito de desmerecer o brilhante trabalho exercido por todos os atores envolvidos nesta jornada, sejam eles os pesquisadores, técnicos, coordenadores envolvidos neste estudo. Mas, é colocado para destacar a contradição sobre a essência do conhecimento, a qual este precisa ser público, com todo respeito aos envolvidos.

universidade da sociedade: (i) seja por cláusulas contratuais que asseguram apenas os interesses do cliente pagador em algumas consultorias; (ii) seja por outros motivos ainda desconhecidos da autora e que achei que ainda pudesse encontrá-los no doutorado.

Rumo ao doutorado, embarquei, literalmente, nas melhores viagens proporcionadas pelo Programa de Pós-graduação em Meio Ambiente, seja naquelas que fiz para os manguezais estudados (através do Núcleo de Estudos em Manguezais-NEMA e do LAGOM), seja naquelas para dentro de mim mesma com relação ao papel do "ser pesquisador" no que se refere à produção e socialização do conhecimento. Tive o privilégio de dialogar com autores como Zygmunt Bauman, Edgar Morin, Boa Ventura de Souza Santos, Hilton Japiassu, Max Weber e outros, que destacam os fatores emergentes de nossa sociedade, cuja demanda atual desafia pesquisadores a aventurarem-se na busca da reforma de pensamento quanto à compreensão da realidade complexa. Entretanto, para tal, apontam a necessidade de um "nascer de novo" para as ciências, deixando para trás um velho cientista e ressuscitando um novo cientista que possa compreender a vida: em suas relações homem-homem, homem-ambiente.

A **crise do moribundo** parece ser um dos maiores obstáculos para este aventureiro. A ideia de deixar para trás os paradigmas conhecidos e sempre seguidos de um pensar já pensado e trilhar o caminho de um novo pensar, ainda em processo de pensamento, remete um temor para além de suas fronteiras, certezas e "regras" no que tange ao caminho de um cientista-pesquisador.

Desta forma, este capítulo foi elaborado tendo em mãos apenas minha inquietação e a imagem (Figura 56), a seguir, que me acompanhou (nos meus pensamentos) durante todo o período de doutoramento. Como um convite a embarcar numa jornada pelo mundo das ciências (Torre de Cristal), e a fuga deste por um cientista-pesquisador, para aventurar-se num oceano de incertezas, contradições e sem local concreto de chegada. Como diz Morin, "(...) mais importante parece ser o caminho do que aonde ele quer levar".

Figura 56 - Ilustração do pensamento reflexivo da autora



### 6.3 Mundo das Ciências: A Torre de Cristal e seus andares disciplinares

O “mundo das ciências”, aqui descrito, refere-se ao local onde ocorre a processo de produção do conhecimento científico, incluindo suas regras e critérios: a Universidade. Ocupada pelos produtores deste conhecimento, os pesquisadores (professores, alunos, técnicos), que realizam os procedimentos metodológicos e produzem e analisam os resultados através do método científico.

O cenário atual de crise civilizatória e do conhecimento, mediante as transformações que estão ocorrendo, deve nos levar a refletir sobre o papel das universidades no mundo contemporâneo. Achei propício lembrar três momentos principais da história da Universidade. Desde o seu surgimento na Idade Média, final do século XI, espalhando-se rapidamente por toda a Europa e posteriormente pelo mundo (Bolonha, Paris, Oxford, Cambridge, Heidelberg). Originada na Itália, especificamente na cidade de Bolonha, que já vivenciava um centro de cultura graças à “Escola de Artes Liberais” (1088). Inicialmente atuava como guardião de um código de valores ensinado pelo clero, a fim de preservar esta herança e a hegemonia do saber (século XIII). Encontrou o seu apogeu com a emancipação do conhecimento promovido por uma burguesia esclarecida, marcada a partir da criação das Universidades de Berlim (1809) e Londres (1828), que, ao se distanciar da teologia e filosofia, inicia o processo de fragmentação e compartimentação de especialidades, denominadas disciplinas. No século XX, a Universidade se caracteriza por um momento de declínio, com uma marginalização social da instituição universitária (JAPIASSU, 2006). De uma forma geral, sua característica essencial foi ser detentora do saber, além de guardião do conhecimento e formadora das elites dominantes.

É a partir desses aspectos que a Universidade foi historicamente fundamentada na famosa ideia da "torre de cristal", uma crença subliminar de que cientistas são seres que devem se manter isolados da sociedade, como se fossem monges reclusos de uma nova igreja do conhecimento (Portal CNPQ,

2017) e detentores e comunicadores do conhecimento, como fica claro nas palavras de Anísio Teixeira (TEIXEIRA, 1964).

“Em sua evolução, das mais lentas da história, a Universidade, misto de claustro e de guilda medieval, procurou mais isolar-se do que participar do tumulto dos tempos. Seu espírito de segregação ainda era manifestamente acentuado nos meados do século XIX, apesar de se haver iniciado na pesquisa desde o começo do século. Mas, seja com Humboldt ou com Newman, pesquisa pela pesquisa, para se atingir o saber pelo saber. A casa do intelecto partia do saber do passado para o saber do futuro, mas conservava o objetivo da harmoniosa cultura clássica, a coroar-se com o prazer supremo de buscar o saber nele deleitar-se em olímpica contemplação. O saber aplicado e utilitário era olhado com desdém e considerado um abastardamento dos objetivos da instituição, que visava antes de tudo à vida do espírito. Não percamos de vista que a universidade de preparo de profissionais, ou mesmo de cultura geral para a formação da elite, já seria uma universidade de certo modo prática. Com a pesquisa, como foi inicialmente concebida, voltou-se à preocupação da busca do saber pelo saber, pela Torre de marfim/cristal pelo mandarinato de eruditos e pesquisadores. (...) Até aí a missão da universidade era a da guarda e transmissão do saber, como condição para a ordem e a civilização. Eminentemente seletiva, orgulhava-se de poucos alunos e da alta qualidade dos seus intelectuais e eruditos. Era a casa do intelecto, a torre de marfim de uma cultura fora do tempo.”(TEIXEIRA, 1964)

Segundo SANTOS (2006), o conhecimento científico é hoje a forma oficialmente privilegiada de conhecimento, a qual confere privilégios extracognitivos (sociais, políticos e culturais) a quem a detém. E, isto insere o “mundo das ciências” e todos os seus ocupantes num lugar superior da sociedade a sua volta, talvez seja isso que o “ensino superior” queira realmente elucidar. Este cenário responde a um dos tantos questionamentos anteriormente citados: por que meus argumentos científicos sobre algum assunto chancelava o conhecimento e silenciava qualquer conversa em que me envolvia? Perplexa, fui percebendo que me posicionavam acima de seus argumentos e perdia qualquer possibilidade de diálogo: (i) por ser possuidora do “conhecimento” e (ii) porque a linguagem técnica que eu dominava era desconhecida do meu interlocutor.

A percepção de uma identidade científica quanto a sua linguagem, cuja discussão só seria possível com outros cientistas, foi dolorosa. Era mais fácil discutir com sobrenomes *et al*, (o que gera até mais pontuação no currículo Lattes) do que com outras pessoas, que me trazia uma sensação de incapacidade de falar do que eu faço para aqueles que não fazem. Não era mais uma cláusula contratual que me limitava a falar, era o meu vocabulário científico que me distanciava de um diálogo com amigos, pescadores e crianças.

Situada no “mundo das ciências”, especificamente no 4º andar da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), a Oceanografia era o meu lugar de conforto. Afinal, foi ali que aprendi sobre conceitos oceanográficos e tive a oportunidade de experimentar temporariamente a docência. Ministrei três disciplinas: Oceanografia Química II, Poluição no Mar e Qualidade de Água em Estuários. A experiência foi excepcionalmente maravilhosa. Por um lado, me senti mais aliviada em perceber que conseguia dialogar com os alunos satisfazendo uma máxima que me acompanha de que “a quem muito é dado, muito será cobrado (Lucas 12:48)”. Por outro lado, percebi que o diálogo só foi possível, a partir da transmissão de todos os conceitos e vocabulários concernente com as ementas disciplinares, ou seja, a partir da reprodução da linguagem científica.

Ao adentrar no doutorado, um programa multidisciplinar (Programa de Pós Graduação em Meio Ambiente - PPGMA), por questões peculiares situava-se no último andar da UERJ, o 12º. Se propositalmente não sei, mas para alcançá-lo era necessário passar por todos os andares disciplinares da universidade. A disciplinaridade foi uma herança da ciência moderna a qual modelou a universidade no que alguns autores (TEIXEIRA, 1964; JAPIASSU, 2006; SANTOS, 2006) denominaram de *multiversidade*; lugar sem integração, onde cada disciplina busca a sua especialização e superioridade. Neste aspecto, a Torre de cristal assemelha-se com a história da torre de Babel, cujos construtores em busca de alcançar os céus, supostamente a “habitação de Deus”, já não entendiam a linguagem um do outro após um episódio de fragmentação da unidade (Gênesis 11).

A Torre de cristal foi construída por andares disciplinares:

“(...) As disciplinas são bastante definidas e estabelecidas, formam círculos de comunicação entre os especialistas (embora úteis ao ensino e à pesquisa) correndo o risco de se organizarem em círculos de poder: lugares sagrados do “poder do ou pelo saber” que influenciam a especialização, monopolizam a avaliação das pesquisas, orientam a atribuição de créditos, gerem as cátedras e se repartem o poder e os postos.” (JAPIASSU, 2006).

Cada disciplina carrega consigo um conjunto específico de conhecimentos com características próprias no campo do ensino, da formação, dos métodos, dos mecanismos e das linguagens. Seria devaneio retirar a importância da especialização (disciplina) para tantos avanços do conhecimento científico. No entanto é o isolamento dos “proprietários” de uma parcela de saber (poder) num território sem quaisquer possibilidades de transpor ou avaliar a rígida demarcação de suas fronteiras, que por vezes causa uma hierarquização e o esfacelamento do conhecimento.

No PPGMA foi onde me deparei com um “oceano de incertezas”: o pensamento complexo. Alguns autores (Edgar Morin, Stephane Hessel, Enrique Leff, dentre outros) o apresentam como uma centelha de um caminho

de esperança para superarmos a disciplinaridade. Uma vez que esta já não responde aos questionamentos e problemáticas contemporâneas da era planetária do século XXI (HESSEL; MORIN, 2012). Antes de enveredar por este caminho, existe ainda pontos a elucidar acerca dos ocupantes da “torre”, quanto à separação de classes e, por sua vez, à hierarquização das disciplinas no mundo das ciências. Além disso, a mercantilização do capital dos cientistas: a publicação do conhecimento no formato de artigo científico, bem como o seu papel no processo de metrificação da produtividade de um cientista e instituição.

A sacralização das ciências no templo da “torre de cristal”, incluindo seu credo e amarras doutrinárias, é intensamente discutida por Isabelle Stengers. O “em prol da ciência moderna” se assimila demasiadamente com “em prol de Deus”, cuja vontade soberana justificava toda e qualquer intervenção sem qualquer análise crítica e repressão, principalmente na Idade Média. Stengers se debruça sobre uma discussão política acerca da análise do poder da ciência. Os praticantes da ciência e os cientistas que os analisam, bem como as suas práticas, encontram-se em uma arena política, ocupando posições distintas, a despeito de utilizarem as mesmas ferramentas e produzirem discursos baseados na autoridade da ciência. A denúncia de tudo feita “em nome da ciência” também não deveria ser invocada para explicar as ciências, sob pena de se ficar refém do seu poder (TEIXEIRA, 2004). Esta arena é palco de muitos conflitos, um destes seria a *UFC* (Ultimate Fighting Championship) científica: Ciências naturais (ditas duras) X Ciências sociais (ditas moles). O cinturão do *Qualis* da “torre” tem permanecido por décadas com o lado duro (*hard*), estampado na capa das revistas científicas e programas de pontuação no “mundo das ciências”, apesar dos esforços das humanidades. Isso me faz lembrar dos grupos políticos dos fariseus e saduceus que disputavam o poder sacralizado numa fé sob leis e foram contestados por um reformador de pensamento e práticas de religião do sentido da vida, o “mundo das ciências” carece de uma re-forma de pensamento e de re-formadores com urgência, conforme já salientado por MORIN (2015).

#### 6.4 A moeda: Reprodução tecno-científica-metabólica do conhecimento

Em 2014, inserida no doutorado, participei do Congresso Brasileiro de Oceanografia realizado em Itajaí (Santa Catarina). Uma das palestras assistidas causou-me espanto e trouxe à tona mais um questionamento de minha inquietação: seria mesmo um artigo científico o maior alcance de um cientista? A busca pela produção e acúmulo de artigos científicos é o que supostamente diferencia e empodera o cientista?

Durante a apresentação de empreendedorismo, a palestrante pintou um quadro de estímulo e desenvolvimento de micro e pequenas empresas, oferecendo parceria direta com o pesquisador e sua pesquisa. O tema-chave da palestra era o registro de patente, com o objetivo de proteger uma invenção ou uma criação industrializável de concorrentes, uma vez que, segundo ela, o capital do pesquisador/cientista é o produto de sua pesquisa publicado num artigo científico, que precisa ser protegido (patenteado) e rapidamente se inserir no mercado.

A percepção de que a lógica de mercado já se ambienta no “mundo das ciências”, através do que MÉSZÁROS (2001) denominou reprodução sociometabólica do capital, foi aparente durante as aulas no PPGMA. Especificamente sob uma ilusória neutralidade da ciência (SANTOS, 2004), o Estado controla suas instituições universitárias pelo orçamento. Agências de fomento à pesquisa e à ciência fixam seus editais de forma a “orientar” as verbas e os recursos financeiros para áreas de interesse das elites econômicas dominantes. A subordinação é clara e direta. As regras para receber o fomento variam de acordo com os interesses da economia. Poucas bolsas de estudos ou recursos são destinados a pesquisas que não privilegiem o interesse do capital. A existência delas é meramente ilustrativa e com a finalidade de “anunciar” a ilusória democracia do conhecimento. Consequentemente, este processo de mercantilização da ciência culminou na estrutura hierarquizante das classes disciplinares já mencionadas, que geraram um desencantamento do “mundo das ciências” para a pesquisadora em questão, similar aquele

preconizado por Max Weber e comentado por Antônio Flávio Pierucci<sup>4</sup> (WEBER, 1982; PIERUCCI, 2003).

Além disso, muitas pesquisas e trabalhos científicos têm como meta e objetivo final a publicação dos mesmos em uma revista científica, nacional ou internacional, melhor ainda se for de nível A1, apesar de algumas temáticas (principalmente a interdisciplinaridade) sequer serem privilegiadas com este Qualis (BEGOSSI, 2016). Isto porque este é o veículo de comunicação do conhecimento estipulado e cultivado para e pela comunidade científica. Desta forma, num retorno ao empreendedorismo, durante o destrinchar da fala da palestrante acerca do artigo/produto científico conjecturei um processo de **reprodução tecnocientífica-metabólica do conhecimento**, onde cientista chancela cientista e o conhecimento uma vez que o mundo das ciências é:

(i) Detentor da linguagem científica: desta forma possui o vocabulário, métodos de investigação e avaliação, cujo conhecimento é produzido, avaliado, reconhecido (publicado), discutido e citado por cientista/pesquisador dentro de “redomas científicas” (congressos, colóquios, seminários e publicações em periódicos); ou seja, cientista dialoga com cientista, avaliado por comissões científicas, que possuem um controle social acerca do conhecimento, através da propriedade dos meios de produção científica.

---

<sup>4</sup> Corroendo a imagem metafísico-religiosa, a ciência desencanta o mundo transformando-o num nexos causal. Assim, o que acontece é que “... o conhecimento racional empírico funcionou coerentemente através do desencantamento do mundo e sua transformação num mecanismo causal.” (WEBER, 1982).

Primeiro a religião (monoteísta ocidental) desalojou a magia e nos entregou um mundo natural “desdivinizado”, ou seja, devidamente fechado em sua “naturalidade”, dando-lhe, no lugar do encanto mágico que foi exorcizado, um sentido metafísico unificado, total, maiúsculo; mas depois, nos tempos modernos, chega a ciência empírico-matemática e por sua vez desaloja essa metafísica religiosa, entregando-nos um mundo ainda mais “naturalizado”, um universo reduzido a “mecanismo causal”, totalmente analisável e explicável, incapaz de sentido objetivo, menos ainda se for uno e total, e capaz apenas de se oferecer aos nossos microscópios e aos nossos cálculos matemáticos em nexos causais inteiramente objetivos mas desconexos entre si, avessos à totalização, um mundo desdivinizado que apenas eventualmente é capaz de suportar nossa inestancável necessidade de nele encontrar nexos de sentido, nem que sejam apenas subjetivos e provisórios, de alcance breve e curto prazo. (PIERUCCI, 2003).

(ii) Impulsionador do cientista/pesquisador como “Máquina Científica Idiota”: o termo “*idiótes*” designou, à época de Péricles, na Grécia Antiga, aqueles que estavam sempre voltados para suas necessidades privadas, individuais. Em plena efervescência da democracia grega, onde proliferava a discussão coletiva entre os patrícios para organizar e gestar a vida social da *polis*, essas pessoas eram completamente alheias e pensavam apenas em si mesmas. É o individualismo ideológico do liberalismo clássico (CORTELLA, 2010). A riqueza acumulada pelos cientistas/pesquisadores nos bancos do currículo Lattes.

(iii) Reprodutor do discurso “*em prol da ciência*”: legitimação do poder de intervenção sem quaisquer possibilidades de reação, crítica ou reflexão numa sociedade subordinada.

Algumas reflexões precisam ser feitas com base em afirmações de Tragtenberg: quando passaremos a nos preocupar de fato “com as finalidades sociais do conhecimento”, evitando, assim, “a delinquência acadêmica” ou a “traição do intelectual?” (TRAGTENBERG, 2004, p.16). Uma nova organização do trabalho, diferente da existente no modo de produção capitalista, é suficiente para “elevar” a ciência a uma nova ética centrada nos interesses dos indivíduos e seus coletivos, ao invés dos interesses das elites dominantes?

Em busca de respostas, agarrei-me numa corda tecida por um sentimento de responsabilidade social e ética, e saltei para além da Torre de cristal. E, em um porto inseguro, parti a bordo de um barco identificado por **Consciência**, navegando por um **Oceano de Incertezas**, buscando aprender a manusear a bússola da **ética** para demarcar o rumo da viagem deste aventureiro.

## 6.5 A fuga: A corda da responsabilidade social e ética

“Se o indivíduo é passivo intelectualmente, não conseguirá ser livre moralmente” (PIAGET, 1988).

“Quando um indivíduo realiza apenas o seu trabalho, transforma sua responsabilidade ética em mera responsabilidade técnica” (MORIN, 2005).

Convencida sobre a responsabilidade ética-social do cientista quanto ao conhecimento gerado no trabalho final de curso e o seu alcance à sociedade, manuseei a corda e a lachei em um dos pilares da Torre de cristal. O pilar escolhido foi o da Extensão. A escolha deste pilar foi devido a alguns fatores: (i) era a área menos explorada e ocupada da torre, muito raro se via algum pesquisador/cientista se aventurar por estes corredores “sombrios”; (ii) pouca vigilância e avaliação era realizada quanto à produtividade da comunicação científica destes andares, em contrapartida com os pilares ensino e pesquisa, cuja densidade demográfica era altíssima, a ponto de “baterem cabeças e egos”.

Ao longo das amostragens deste e de outros estudos percorri muitos lugares e deparei-me com algumas situações que intensificaram meus questionamentos. Em Soure, em 2017, após a coleta de um molusco (teredo) para uma investigação acerca do seu potencial farmacológico, o pescador Seu Paulo da Ilha de Marajó indagou: “- Quando descobrir, não guarde a receita somente para si e para o papel dos livros. Compartilhe conosco também!”.

O tom usado pelo Seu Paulo representava uma angústia permanente sobre o que ele denominou “o pensamento dos cientistas” quanto a guardar o conhecimento para si mesmo e através de uma linguagem rebuscada nos livros.

Fiquei a pensar no aspecto ético daquele comentário, o qual ressaltou meus questionamentos sobre a responsabilidade do pesquisador perante a sociedade e o homem. Edgard Morin ao abordar esta questão destaca-a como “aquela que carece de método”. A ausência de responsabilidade científica e de

ciência da responsabilidade expressam uma parte da ciência sem consciência em contínua produção até os dias atuais:

“Ora, a ciência na concepção clássica que ainda reina em nossos dias separa por princípio fato e valor, ou seja, elimina de objetividade na eliminação do sujeito do conhecimento científico. Não fornece nenhum meio de conhecimento para saber o que é um sujeito”. (MORIN, 2005)

Sendo responsabilidade a noção humanística ética que só tem sentido para o sujeito consciente, o pesquisador produzido no “mundo das ciências” é irresponsável por princípio e profissão (MORIN, 2005). Todavia, apesar do conhecimento científico eliminar de si mesmo toda a competência ética, a práxis do pesquisador provoca uma ética própria, principalmente quando se enxerga como parte da sociedade, mas de alguma forma sente-se distante desta.

Entretanto, se não se sabe conceber cientificamente o cientista e a ciência, como pensar cientificamente a responsabilidade do cientista na sociedade?

“A questão da responsabilidade do investigador perante a sociedade é, portanto, uma tragédia histórica, e seu terrível atraso em relação à urgência torna-a ainda mais urgente.” (MORIN, 2005)

Sem respostas, subo (o cientista) a bordo de um barco, aparentemente abandonado, com avarias e coberto de poeira. **Consciência** era seu nome. Muitos buracos! Um deles identificado por Husserl<sup>5</sup> como sendo o buraco cego no objetivismo científico: era o buraco da consciência de si mesmo (MORIN, 2011). Com os métodos que dispõe, a ciência não pode se conhecer e nem como se pensar. Imagino que desta forma, o cientista não consiga conhecer-se

---

<sup>5</sup> A crise da humanidade europeia e a filosofia, 1935. Essa conferência faz parte do volume *La crise des sciences européennes et la phénoménologie transcendentale*. Paris, Gallimard.

através do conhecido método científico. Paradoxalmente, o caminho mais percorrido e explorado pelos cientistas não lhes permite o conhecimento de si mesmos, quiçá seu papel na sociedade.

A consciência da inconsciência foi despertada durante o fazimento desta tese: ora mergulhada na minuciosa hiperespecialização das análises geoquímicas e radiológicas em laboratório, ora no contato com pescadores, catadores de caranguejos, barqueiros, crianças e mulheres e suas relações com o ecossistema de manguezal. Por mim, por eles e pelo amor, ao tapar alguns buracos embarco numa aventura ética, ao meu ver, em busca de descobrir o papel de um jovem cientista na sociedade contemporânea. Sem querer ocultar e tão pouco minimizar a utilidade da ciência para a humanidade, gostaria apenas de buscar des-cobrir a humanidade na ciência, ou no cientista, como um caminho ético ***em prol da sociedade***.

“Não basta apenas conhecer a ideia de ética, mas crer nela” (MORIN, 2011).

## 6.6 Oceano de incertezas

“A incerteza paralisa e estimula. Paralisa por levar, com frequência à inação por temor das consequências eventualmente funestas (*como uma avaliação da falta de profissionalismo, associado à carência de neutralidade quanto ao objeto no " mundo das ciências", nos andares daquelas ditas exatas, ou mesmo no ritual batismal do chancelamento de um doutor rumo à vida científica eterna - inserção da autora*). E estimula, pois reclama a aposta e a estratégia” (MORIN, 2011).

Nessa viagem embarco no barco de minha consciência. O princípio de consciência (intelectual) é inseparável e deve esclarecer o princípio de consciência (moral). Talvez seja isso que Blaise Pascal quis dizer com " a ética

deve mobilizar a inteligência para enfrentar a complexidade da vida, do mundo, da própria ética". A ética não é um relógio suíço cujo movimento nunca se desajusta. Mas é uma criação permanente, um equilíbrio sempre prestes a ser rompido, um tremor que nos convida a todo instante à inquietude do questionamento e à busca da boa resposta. Em cada uma das nossas intenções e atos, a nossa ética está submetida à incerteza, à opacidade, ao dilaceramento e ao confronto (MORIN, 2011)

O ato moral é, neste sentido, um ato de religação do indivíduo com a sociedade e com a espécie humana, um ato capaz de provocar regeneração nas relações humanas. A estratégia permanece uma navegação errante num mar incerto e exige, evidentemente, um pensamento pertinente (MORIN, 2011).

Deste barco, conforme me distanciava, pude vislumbrar que o "mundo das ciências" era uma grande ilha solitária, que concebia uma ética insular, que Morin a denomina como o "pensar mal", que:

“(...) fragmenta e compartimenta os conhecimentos; tende a ignorar os contextos; gera um blecaute sobre tudo o que é complexo; só vê a unidade ou a diversidade, mas não a unidade da diversidade e a diversidade na unidade; só vê o imediato, esquece o passado, vê apenas um futuro a curto prazo; ignora a relação recursiva passado/presente/futuro; perde o essencial por causa do urgente, esquece a urgência do essencial; privilegia o quantificável e elimina tudo aquilo que o cálculo ignora (a vida, a emoção, a paixão, a infelicidade, a felicidade); leva a lógica determinista e mecanicista da máquina artificial para a vida social; elimina tudo aquilo que escapa a uma realidade fechada; rejeita ambiguidades e contradições como erros de pensamento; permanece cego ao sujeito individual e à consciência, o que atrofia o conhecimento e ignora a moral; obedece ao paradigma de simplificação que impõe o princípio da disjunção ou/e o princípio da redução para conhecer e impede de conceber os vínculos

de um conhecimento com o seu contexto e como o todo do qual faz parte; mutila a compreensão e limita os diagnósticos; exclui a compreensão humana” (MORIN, 2011).

Neste oceano de incertezas começo a navegar em busca do trabalhar pelo pensar bem, tendo como referência o pensamento complexo, o qual vislumbra a religação dos saberes e, por sua vez, dos seres:

“O pensamento complexo tenta religar o que o pensamento disciplinar e compartimentado disjuntou e parcelarizou. Ele religa não apenas domínios separados do conhecimento, como também - dialogicamente – conceitos antagônicos como ordem e desordem, certeza e incerteza, a lógica e a transgressão da lógica. É um pensamento da solidariedade entre tudo o que constitui a nossa realidade; que tenta dar conta do que significa originariamente *complexus*: ‘o que tece em conjunto’, e responde ao apelo do verbo latino *complexere*: ‘abraçar’. O pensamento complexo é um pensamento que pratica o abraço” (MORIN, 1997).

Segundo Morin, o ser humano autônomo e responsável, consciente das separações no mundo, tem necessidade de religar e de ser religado. Para ele a ética é a “expressão do imperativo da religação”. Assim, todo ato que religa é um ato ético, desde a religação entre indivíduos, comunidades, passando pela humanidade até a “religação cósmica” (MORIN, 2011).

Por mais utópica que esta viagem possa parecer, o pensamento complexo (ao contemplar a complexidade) parece-me vislumbrar a possibilidade de articulação das ciências do “mundo das ciências” e a religação de saberes, abolindo não só as fronteiras disciplinares, mas de todas as fronteiras do conhecimento humano. Segundo DIAS SOBRINHO (2005), pensar complexamente, significa religar os conhecimentos dando-lhes um sentido ético que não é nada mais que dar-lhes um caráter de bem comum ao

qual todos têm direito. Seria esse um dos papéis do cientista/pesquisador perante a sociedade quanto ao conhecimento por este alcançado?

Autores como Edgar Morin, Hilton Japiassú, Enrique Leff, Gaston Bachelard, Jacques Ardoino, entre outros, apontam a transdisciplinaridade como uma porta de entrada para o pensamento complexo a fim de vislumbrar a complexidade do ser e do saber e a religação dos mesmos:

“A visão transdisciplinar está resolutamente aberta na medida em que ela ultrapassa o domínio das ciências exatas por seu diálogo e sua reconciliação, não somente com as ciências humanas, mas também com a arte, a literatura, a poesia e a experiência espiritual” (JAPIASSU, 2006).

A aventura por este oceano de incertezas está apenas em seu início, e imagino que sejam necessários muitos embarques e desembarques ao longo de ilhas de conhecimentos desconhecidos, tempestades epistemológicas inesperadas, linguagens a serem descobertas e mais buracos a serem reparados. As reflexões aqui compartilhadas permanecem entranhadas neste pesquisador na contínua busca de um caminho que unifique o conhecimento humano, aprendendo a construir pesquisas transdisciplinares, dentro do rigor científico, mas com a preocupação constante com o espírito crítico no pensamento científico. E,

“para que depois desses três séculos de prodigioso conhecimento científico, não precisemos concluir como o filósofo Wittgenstein que a acumulação de tanto conhecimento sobre o mundo, se tenha traduzido em tão pouca sabedoria do mundo, do homem consigo próprio, com os outros, com a natureza” (SMOLENTZOV, 2004).

Em consonância com a Declaração Brasileira para o Pensamento Complexo<sup>6</sup> que concebe a transdisciplinaridade como dissipação das fronteiras

---

<sup>6</sup> Esta Declaração, cujo texto integral pode ser encontrado no livro Ciclos e Metamorfoses organizado por Maria da Conceição de Almeida e Margarida M.

dos saberes instituídos e busca de validação de formas de conhecimentos que rejuntem ciências, artes, tradições e mitos” (2003), me propus a sonhar com a transdisciplinaridade e construir pontes. A construção de pontes nas fronteiras parece ser uma forma de resistência aos episódios de contra-reforma do pensamento complexo no “mundo das ciências” (a Universidade), devido a um impasse:

“Não se pode reformar a instituição sem uma prévia reforma das mentes, mas não se podem reformar as mentes sem uma prévia reforma das instituições” (MORIN, 2015)

#### **6.7 Uma Ponte: Um sonho transdisciplinar de uma jovem cientista - saga científica.**

*“Caminante, no hay camino. El camino se hace al andar*  
(Antônio Machado).

Este subcapítulo tem o intuito de transcender a estrutura “engessada” da academia sem perder o rigor científico, também outorgado por essa, mas criar pontes para que o conhecimento científico seja claro, translúcido e entendível; a fim de alcançar todo e qualquer ator da sociedade instrumentalizando-os para um diálogo social acerca da degradação ambiental histórica dos manguezais do Brasil, investigada nos capítulos anteriores desta tese. Apesar de não ter aprendido métodos de como fazer isso, acredito que esse seja o desafio de jovens cientistas preocupados com a responsabilidade social e ética: que o papel da ciência por ele realizada, ou trabalho final de curso, poderia, ou deveria ter, como mais um agente social de transformação da sociedade.

Para além do papel de interlocutora de constatação por artigos científicos para especialistas lerem (futuras publicações desta tese), busquei de

---

Knobbe, foi aprovada no I Laboratório Brasileiro para o Pensamento Complexo, em junho de 1998.

forma artística traduzir o conhecimento da linguagem científica para uma linguagem inteligível por todos para, adiante, propagar este estudo e transformá-lo em debate social. Fazendo, como preconizado por Kant, “uso público da razão” numa tentativa de religação do conhecimento científico com novos leitores/construtores num processo de popularização e construção do real conhecimento/sabedoria.

“É preciso que o conhecimento seja capaz de religar, de ressignificar, de reconceptualizar para que não seja empobrecido. O conhecimento deve ser passível de se separar e de se unir de novo, sob novos vieses, “um conhecimento que não seja capaz de religações seria um conhecimento insuficiente””  
(PENA, 2001.

Tendo como fundamento os resultados e discussão desta tese, num rápido mergulho na complexidade, uma inquietação e percepção da vida que traz consigo a busca de sentido, vislumbrei sonhar um imaginário para a transmissão deste conhecimento gerado sobre a história de manguezais brasileiros contada a partir de testemunhos de lama. A seguir, apresento a composição de uma saga através da personificação dos manguezais estudados que testemunham a história de ocupação de seu território (extraídos dos resultados dos testemunhos geoquímicos conjugados aos dados socioeconômicos), bem como o diagnóstico da contaminação de suas lamas.

### 6.7.1. A Saga: Testemunhos de Manguezais Brasileiros

Num lugar aquém das dimensões da realidade, foi marcado um encontro entre ilustres personagens *ecossistêmicos* brasileiros, os manguezais, que sempre se reuniam, de séculos em séculos, para lembrar e contar suas histórias e relatar seus testemunhos de vida.

Desta vez, o encontro seria mediado por uma jovem família, tendo como orador o manguezal Suruí Júnior. Suruí era um jovem manguezal urbano que vive numa linda baía, a bela Guanabara, nas extremidades das florestas de Guapimirim. Além dessa família, confirmaram presença manguezais de norte a sul do Brasil, desde os graúdos do Pará, tendo Caetano como seu representante, os irmãos potiguares (RN) Extremoz e Natal, os primos alagoanos (AL) Miguel e Mundaú, além da bela baiana Caravelas e manézinho Floripa, o catarinense insulano.

A data chegou, o encontro começara, após calorosa recepção, os manguezais se entreolharam, tomaram os seus espaços e, ao olharem o jovem Suruí, começaram a lembrar dos antigos amigos que compunham sua família, aqueles que estavam no último encontro, um século atrás. E iniciaram assim, por falar do velho Suruí que já comunicara naquela época intensas mudanças na bela Guanabara.

Caetano, representante dos graúdos do Pará, olhou nos olhos de Suruí Jr. e com um carinhoso sorriso disse:

- Jovem, seu pai adorava nos contar sobre o lugar maravilhoso que viviam, seus olhos brilhavam ao mencionar a dança das marés ao longo da bela Guanabara, sob a luz do luar. Mas, ele nos sinalizava acerca de desmatamentos e exploração de suas madeiras para subsidiar as atividades dos humanos, já assustado com a rápida ocupação do território. Sentimos muito pela perda de nossos irmãos do Suruí. A notícia de que o mar de óleo sufocante e mortífero havia alcançado sua família nos abalou profundamente.

Todos se entreolharam e respiraram fundo. Mas Suruí Jr., envolto de esperança, queria ouvir as histórias deste último século. Os irmãos potiguares Extremoz e Natal, logo se levantaram e começaram seus testemunhos.

- Atualmente somos atrações turísticas! Grita Extremoz apreensivo. Barcos, flashes e selfies se revezam em baixas e altas temporadas. Muitos humanos nas areias, nas águas...

- Muitos humanos? - interrompe Natal o irmão mais velho! – Extremoz, tu ainda não experimentaste o que é conviver com muitos humanos sem noção nenhuma de como compartilhar espaços. Em minha volta, tem portos, indústrias, navios, estradas, aeroporto, barcos e, ainda, fazendas marinhas para cultivo de camarões. A urbanização do território é quase que total, minha lama já acumula e registra os descartes destas atividades (petróleo, esgotos domésticos e industriais), sem contar os desmatamentos, nem consigo imaginar os efeitos nas outras espécies, até mesmo nos humanos....

Mundaú, o alogoano, se lamenta ao falar:

- Sim! Presenciei um crescimento no número de humanos e da industrialização inacreditável neste último século. O motivo foi a expansão das plantações de cana-de-açúcar, que já alcançam até meu primo caçula Miguel, e ainda aumento da mineração. E logo vieram indústrias químicas, portos, muitas edificações, rodovias, aeroporto, sem contar os canos de esgotos! Minha lama também se contaminou com essas atividades, já não sou o mesmo há algumas décadas e receio por Miguel, sua lama está contaminada pelas fuligens da queima da cana e também é reconhecido como atração turística.

A dama do grupo, a baiana Caravelas, se põe a falar:

- Turistas são frequentes em minha terrinha. O número de humanos parece ser menor, mas também experimentei os efeitos de plantações extensas de eucalipto e a chegada de indústrias de papel e celulose. Fuligens também contaminaram minha lama nos últimos anos, fico a pensar no futuro...

Subitamente, o manézinho Floripa completa:

- Os olhares turísticos nortearam o acelerado crescimento de humanos e de urbanização lá na ilha neste século. Pontes, estradas, casas, prédios e aeroporto fazem parte de minha vizinhança, que já começaram a contaminar minha lama, principalmente com esgotos e produtos de suas atividades.

Caetano, se levanta e vai ao encontro do Suruí, que atento escutara todos os manguezais mais maduros. Caetano diz:

- Não sabes como eu sinto muito pelos testemunhos deste século. Ainda continuo sem contaminação em minha lama e ainda não presenciei tantos humanos quanto vocês. Mas, já ouço rumores de atividades petrolíferas a algumas milhas de minha costa. Sinto falta daquele tempo que conversávamos sobre nossa relação de harmonia com os primeiros humanos desta terra. Suruí Jr., meu jovem, tens algo a nos falar?

Suruí termina dizendo: - O cenário não parece muito bom. Até os humanos já começaram a perceber a crescente degradação dos manguezais e a nossa importância. É hora de repensarem sua relação humano-humano e humano-natureza, com receio de seu fim e do fim de nossa história. Entretanto, já experimentei um re-começo e ainda tenho fé no povo brasileiro, que não desiste...resiste com esperança! Mas, não está normal!

## 6.8 **Longe de concluir...**

Nada mais importante do que terminar pelo começo, por esta necessidade de compreensão profunda do papel de um cientista-pesquisador, quanto a sua pesquisa e extensão, num tempo de crise de ética, referências, e humanidade. Busquei, ainda que de forma fragmentada, superar a disjunção do sujeito e do objeto, objetividade e subjetividade e resgatar a reflexão como exercício de civilização e civilidade, e continuar me aventurando na travessia de compreender e vir a ser um cientista-pesquisador (quicá doutor) num movimento de reforma do pensamento e construção de novos conhecimentos. Pretendo continuar navegando pelo oceano de incertezas descobrindo e construindo pontes entre novos mundos... Afinal...

“O que podemos fazer quando tomamos consciência de que nossos conhecimentos atuais revelam uma tremenda incapacidade de pensar o mundo globalmente e em suas partes?” (JAPIASSU, 2006)

... resistir e... continuar navegando...

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A abordagem multi-paramétrica (indicadores geoquímicos orgânicos e indicadores socioeconômicos) utilizada neste estudo possibilitou o efetivo aumento no conhecimento sobre o nível de contaminação por hidrocarbonetos e fecal, atual e histórico, numa escala nacional, dos manguezais brasileiros. Foi possível estabelecer um referencial (e uma reconstituição) histórico, com base no processo de ocupação urbano-agrário-industrial do litoral brasileiro, das principais origens dos HAs, HPAs, triterpenos e esteróis, indicando as variações espaço-temporais das contribuições de matéria orgânica natural e antrópica nos manguezais brasileiros. Em escala nacional, percebe-se a característica heterogênea da zona costeira, refletida na configuração urbana e socioeconômica dos municípios e, por conseguinte, nas condições ambientais dos manguezais brasileiros, desde prístinas até altamente impactadas por atividades antrópicas. A crescente ocupação da zona costeira brasileira vem acompanhada (ou é consequência) dos projetos de crescimento urbano-industrial.

### ***Conhecer o passado...***

Desta forma, a influência do processo de urbanização e ocupação do território, norteados pela política desenvolvimentista brasileira, foi confirmada através da relação intrínseca entre o acelerado crescimento demográfico e econômico e o nível de contaminação dos sedimentos de manguezais.

Grande parte da expansão urbana no Brasil é relativamente recente, cujo início articula-se com um conjunto de mudanças estruturais na economia e na sociedade brasileira a partir de 1930, devido ao intenso crescimento da economia urbano-industrial, na tentativa de substituir o modelo agrário-exportador, que se deu depois do Plano de Metas e se estendeu durante três décadas (SANTOS, 1996). No final da década de 50, ocorre uma mudança sensível na ocupação da costa brasileira, dada a mudança do padrão de acumulação de capital, através da aceleração do processo de industrialização, com a intensificação no uso dos ecossistemas litorâneos e posterior integração aos grandes complexos minero-siderúrgicos, químicos e petroquímicos (MORAES, 1999). Mas somente em 1970 até o presente, os dados censitários

revelaram uma população urbana superior à rural. No entanto, semelhante a outros países em desenvolvimento, é a velocidade do processo de urbanização, muito superior a dos países capitalistas mais avançados, que tem surpreendido do ponto de vista socioambiental, uma vez que a urbanização se dá de forma desordenada, sem o estabelecimento de uma infraestrutura adequada (BRITO; SOUZA, 2005).

A tendência à concentração populacional nos grandes aglomerados metropolitanos, principalmente na zona costeira, já era bastante nítida nos anos 70 e 80, impulsionada sobretudo pela forte industrialização e expansão dos sistemas de transporte, resultando num intenso fluxo migratório verificado no período. Desta forma, a transformação urbana no Brasil foi tão acelerada que coincidiu com a metropolização (BRITO; SOUZA, 2005) e como registrado, com o aumento dos níveis de contaminação dos manguezais próximos aos centros urbanos (e.g. Natal, Maceió e Rio de Janeiro).

### ***Compreender o presente...***

Existe uma tendência atual de crescimento em direção aos municípios periféricos das regiões metropolitanas do Brasil (BRITO; HORTA, 2002). Com esta redistribuição do processo de urbanização, e em alguns casos de industrialização, emerge uma maior preocupação, no que diz respeito à contaminação dos manguezais, ainda em fase incipiente, para municípios como Barra de São Miguel e Extremoz. Inseridos em outro contexto, com baixas e estáveis taxas de urbanização, Caravelas e, principalmente São Caetano de Odivelas, requerem atenção especial quanto ao manejo e a gestão das extensas áreas de proteção ambiental onde os manguezais estão inseridos, devido às pressões de atividades antrópicas, como o turismo e indústrias e, a atual conjuntura da nova fronteira de exploração offshore de petróleo na margem equatorial do Brasil, respectivamente.

Vale lembrar que esta região possui o maior cinturão contínuo de manguezais do mundo (SOUZA-FILHO, 2005), e com base neste estudo, esses ecossistemas foram considerados com as condições mais próximas de prístinas do território nacional. E, a atual prorrogação do prazo exploratório por parte das agências ambientais refletem as grandes lacunas de conhecimento biológico, oceanográfico e socioeconômico, e quiçá entender os riscos e impactos ambientais para esta região. Desta forma, o entendimento histórico

do que aconteceu nas regiões onde a ocupação se deu há mais tempo, como por exemplo as regiões metropolitanas, deve servir de alerta do que pode ocorrer em áreas mais pristinas como São Caetano de Odivelas (Pará) e, além disso, já percebe-se em algumas das regiões mais conservadas (Extremoz e Barra de São Miguel) que esse processo de ocupação e urbanização já está em curso.

A própria legislação ambiental brasileira, que teve um período de fortalecimento e aprimoramento no país nas décadas de 80 e 90, tem sofrido atualmente uma inflexão para a fragmentação que pode ser exemplificada através de vários projetos de lei e propostas de decretos que apontam no sentido da sua flexibilização e desregulamentação (BUENAFUENTE *et al.*, 2017). Sendo assim, com base neste estudo e na conjuntura política atual do país, a qual privilegia grandes empreendimentos e desqualifica a autoridade dos órgãos ambientais, sob um discurso de “progresso” econômico, intensifica o sinal de alerta, pois caso não seja acompanhado por políticas públicas para ordenamento territorial respeitando as características ecossistêmicas já protegidas por leis, ou seja sem flexibilização de políticas públicas em prol do desenvolvimento econômico acelerado, pode resultar num processo de degradação desses ambientes, como consequência do retrocesso da política ambiental.

### ***Pensar um Futuro...***

Num contexto mundial, esta degradação não alcançou ainda níveis elevados como em regiões com semelhante desenvolvimento acelerado, mas a acentuada tendência de aumento nos últimos anos, requer atenção emergencial, por parte de toda a sociedade, desde órgãos ambientais, instituições de pesquisa, associação de moradores e pescadores, cidadãos em geral.

É neste contexto, que a importância de estudos interdisciplinares e a construção de novos valores e paradigmas da ciência se inserem, uma vez que há a necessidade da sociedade brasileira (e planetária), como um todo, se munir de conhecimento, a fim de compreender a complexidade das questões ambientais emergentes neste novo século. Dentre eles cabe destacar: a

contaminação dos ecossistemas costeiros, as mudanças climáticas globais, a questão dos humanos refugiados, o intenso terrorismo, a a frequente eclosão de conflitos, as constantes ameaças às comunidades tradicionais brasileiras (indígenas, quilombolas, marisqueiras, catadores de caranguejo, pescadores caiçaras) e, muitos outros.

Desta forma, elucida-se a importância de pensar caminhos em direção a uma ação participativa e integrada, eticamente, nas múltiplas dimensões ambientais (tecnológicas, científicas, sociais, econômicas, legais, tradicionais, artísticas, etc.), numa posição de igualdade e horizontalidade do saber. Objetivando-se construir uma nova história, tanto da conservação dos manguezais brasileiros e mundiais, quanto além, da natureza, da vida, através do processo de humanização do pesquisador/cientista, ou melhor, da humanização do humano para compreensão do seu papel, sentido e ser.

Aprenda com o passado, viva para o presente, e acredite no futuro. O importante é não parar de questionar... (Albert Einstein)

## REFERÊNCIAS

ABREU, M. M. O. Os manguezais da costa amazônica brasileira: uma análise da composição florística, distribuição de espécies arbóreas e estrutura de bosque. Dissertação de Mestrado. Biologia Ambiental, Bragança-PA, 2007.

ACIAMA - ASSOCIAÇÃO COMERCIAL, INDUSTRIAL E AGRÍCOLA DE MAGÉ. Informações socioeconômicas do município de Magé. Rio de Janeiro, p. 20, 2016.

AGUIAR, C. G.; SOUZA, P.M. A expansão da cana-de-açúcar e a produção dos demais gêneros na última década: uma análise dos principais estados produtores. *Rev. Econ. NE*, Fortaleza, v. 45, n. 2, p. 88-100, abril/jun., 2014.

ALENCAR, A.; SOLORZANO, L.; NEPSTAD, D. Modeling forest understory fires in an Eastern Amazonian Landscape. *Ecological Application*, v. 14, p.139-149, 2004.

ALONGI, D. M. Present state and future of the world's mangrove forests. *Environ. Conserv.*, v. 29, p. 331–349, 2002.

\_\_\_\_\_. The role of soft bottom benthic communities in tropical mangrove and coral reef ecosystems. *Reviews in Aquatic Sciences*, v.1, p. 243–280, 1989.

\_\_\_\_\_. CLOUGH, B.F., ROBERTSON, A.I. Nutrient-use efficiency in arid-zone forests of the mangroves *Rhizophora stylosa* and *Avicennia marina*. *Aquatic Botany*, v. 82, p. 121–131, 2005.

\_\_\_\_\_. TROTT, L.A.; WATTAYAKORN, G.; CLOUGH, B.F. Belowground nitrogen cycling in relation to net canopy production in mangrove forests of southern Thailand. *Marine Biology*, v. 140, p. 855-864, 2002.

ALVES, J. E. D. Ordem e Progresso: o positivismo brasileiro e o regresso ambiental. *Cidadania e Meio Ambiente*. 2012. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2012/09/05/ordem-e-progresso-o-positivismo-brasileiro-e-o-regresso-ambiental-artigo-de-jose-eustaquio-diniz-alves/>. Acessado em: 28 dez. 2017.

AMADOR, E.S. Baía de Guanabara e Ecossistemas Periféricos: Homem e Natureza. Rio de Janeiro, Reproarte Gráfica e Editora, 529 p., 1997.

\_\_\_\_\_. Baía de Guanabara: Ocupação histórica e avaliação ambiental. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 516p., 2013.

ANA - Agência Nacional de Águas. Estudos Hidrogeológicos para Subsidiar a Gestão Sustentável dos Recursos Hídricos Subterrâneos na Região Metropolitana de Maceió. Vol. I - Aspectos Gerais da Área do Projeto. Brasília: ANA, SIP, 143 p., 2011.

ANDRADE, A. C. S.; DOMINGUEZ, J. M. L. Holocene barrier island/lagoon system at Caravelas strandplain. *J. coast. Res.*, v. 42, p. 132-141, 2002.

ANDREWS, J.E.; GREENAWAY, A.M.; DENNIS, P.F. Combined carbon isotope and C/N ratios as indicators of source and fate of organic matter in a poorly flushed, tropical estuary: Hunts Bay, Kingston Harbor, Jamaica. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v.46, p. 743-756, 1998.

ANNUARIO Estatístico do Brazil. 1º Anno (1908 – 1912). Rio de Janeiro: Censos 1872-1920; Anuário Estatístico do Brazil 1908-1912. Typographia da Estatística, 1916.

APPLEBY, P.G.; OLDFIELD, F. Application of Lead-210 to sedimentation studies. In: IVANOVICH, M.; HARMON, R. S. (Eds.). *Uranium-Series Disequilibrium*. Nova Iorque: Oxford Science, p 731-778, 1992.

\_\_\_\_\_. The calculation of Lead-210 dates assuming constant rate of supply of unsupported  $^{210}\text{Pb}$  to the sediment. *Catena*, v. 5, p.1-8, 1978.

ARAUJO, L. P. Mapeamento geoambiental do estuário do rio Ceará-Mirim, com base em imagens de alta resolução do satélite IKONOS II. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, INPE, 499- 506, 2007.

ARAUJO, M. C. C.; SILVA, V. P. Rio Grande do Norte: Temáticas Contemporâneas da Reorganização do Território. Natal, CEFET/RN, p. 323, 2007.

ARAUJO, M.P.; COSTA, T L.F.; CARREIRA, R.S. Esteróis como indicadores do acúmulo de esgotos domésticos em sedimentos de um sistema estuarino-lagunar tropical (Mundaú-Manguaba, AL). *Química Nova*, v. 34, p. 64-70, 2011.

ARAUJO, N. B. Contribuição ao estudo da qualidade da água da bacia hidrográfica do Rio Tavares – Poluição orgânica. Florianópolis – SC. Dissertação de mestrado, 1993.

ARRUDA, R. S. V.; DIEGUES, A. C. Saberes tradicionais e biodiversidade no Brasil. Brasília/São Paulo: Ministério do Meio Ambiente/USP, 2001.

BAO, H.; WU, Y.; UNGER, D.; DU, J.; HERBECK, L.S.; ZHANG, J. Impact of the conversion of mangroves into aquaculture ponds on the sedimentary organic matter composition in a tidal flat estuary (Hainan Island, China). *Continental Shelf Research*, v.57, p.82-91, 2013.

BARLAS SIMSEK, F. CAGATAY, M.N. Geochronology of lake sediments using  $^{210}\text{Pb}$  with double energetic window method by LSC: An application to Lake Van. *Applied Radiation and Isotopes*, v. 93, p.126-133, 2014.

BARROS, L. F. F. Usos e ocupação sobre as áreas de preservação permanente na APA Jenipabu (RN, Brasil) e seu caráter conflitivo: onde fica o ordenamento territorial?. In: *Sociedade e Território*. UFRN: Natal, v. 22, nº 2, p. 37-54, 2010.

BASTOS, M.N.C.; SANTOS, J.U.M.; AMARAL, D.D.; COSTA-NETO, S.V. Alterações ambientais na vegetação litorânea do nordeste do Pará. In: Prost, M.T.; Mendes A.C. (eds.). *Ecossistemas Costeiros: impactos e gestão ambiental*. Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, p. 29-38, 2001.

BASYUNI, M.; OKU, H.; BABA, S.; TAKARA, K.; IWASAKI, H. Isoprenoids of Okinawan mangroves as lipid input into estuarine ecosystem. *Journal of Oceanography*, v. 63, p. 601-608, 2007.

BATAGLION, G. A; KOOLEN, H. H. F.; WEBER, R. R.; EBERLIN, M. N. Quantification of sterol and triterpenol biomarkers in sediments of Cananéia-Iguape estuarine-lagoonal system (Brazil) by UHPLC-MS/MS. *International Journal of Analytical Chemistry*, 8p., 2016.

BAUMARD, P. BUDZINSKI, H. GARRIGUES, P. PAHs in Aracachon Bay, France: Origin and Biomonitoring with Caged Organisms. *Marine Pollution Bulletin*, v. 36, n. 8, p. 577 – 586, 1998b.

\_\_\_\_\_.BUDZINSKI, H.; GARRIGUES, P. Polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments and mussels of the western Mediterranean Sea. *Environmental Chemistry*, v. 17, n. 5, p. 765-776, 1998.

\_\_\_\_\_.BUDZINSKI, H.; GARRIGUES, P.; DIZER, H.; HANSEN, P. D. Polycyclic aromatic hydrocarbons in recent sediments and mussels (*Mytilus edulis*) from the Western Baltic Sea: occurrence, bioavailability and seasonal variations. *Marine Environmental Research*, v.47, p.17 - 47, 1999.

BEGOSSI, A. The “Qualis” system (Brazil) in an interdisciplinary-ecological contexto. *Brazilian Journal of Biology*, v. 76, n. 2, p. 277-278, 2016.

BELLIGOTTI, F. M.; CARREIRA, R. S.; SOARES, M. L. G. Contribuição ao estudo do aporte de matéria orgânica em sistemas costeiros: hidrocarbonetos biogênicos em folhas de mangue. *Geochimica Brasiliensis*, v. 21, n.1, p. 71 - 85, 2007.

BENLAHCEN, K. T.; CHAOUI, A.; BUDZINSKI, H.; BELLOCQ, J.; GARRIGUES, P.H. Distribution and Sources of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in some Mediterranean Coastal Sediments. *Marine Pollution Bulletin*. v.. 34, n. 5, p. 298 – 305,1997.

BERNER, R.A. *Early diagenesis: a theoretical approach*. Princeton: Princeton University Press. 1980. 241 p. (Princeton Series in Geochemistry)

BERTONE, L. F.; MELLO, N. A. Perspectivas do ordenamento territorial no Brasil: dever constitucional ou apropriação política? In: STEINBERGER, Marília (org.). Território, ambiente e políticas públicas espaciais. Brasília: Paralelo 15 / LGE Editora, 2006, p.125-147.

BET, R; BÍCEGO, M. C.; MARTINS, C. C. Sedimentary hydrocarbons and sterols in a South Atlantic estuarine/shallow continental shelf transitional environment under oil terminal and grain port influences. *Marine Pollution Bulletin*, v. 95, p. 183-94, 2015.

BIANCHI, T.S.; CANUEL, E.A. Organic geochemical tracers in estuaries. *Organic Geochemistry*, v.32, n.4, p.451, 2001.

\_\_\_\_\_. *Chemical biomarkers in aquatic ecosystems*. 1<sup>th</sup> ed, Princeton University Press: New Jersey. 2011. 396p.

BIANCHI, T.S.; MITRA, S.; MCKEE, B.A. Sources of terrestrially-derived organic carbon in lower Mississippi River and Louisiana shelf sediments: implications for differential sedimentation and transport at the coastal margin. *Marine Chemistry*, v.77, p.211-223, 2002.

BIBLIA. Português. *A Mensagem: bíblia em linguagem contemporânea*. São Paulo: Vida, 2011. 1788p.

BÍCEGO, M. C., TANIGUCHI, S., YOGUI, G. T., MONTONE, R. C., SILVA, D. A. M. LOURENÇO, R. A., MARTINS, C. C., SASAKI S. T., PELLIZARI, V. H., WEBER, R. R. Assessment of contamination by polychlorinated biphenyls and aliphatic and aromatic hydrocarbons in sediments of the Santos and São Vicente Estuary System, São Paulo, Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, v. 52, p. 1784-1832, 2006.

BLAIS, J.M.; ROSEN, M.; SMOL, J.P.. *Environmental Contaminants: Using Natural Archives to Track Sources and Long-term Trends of Pollution*. Springer, Dordrecht. 2015.509 pp.

BLUMER M., GUILLARD R.R.L.; CHASE T. Hydrocarbons of marine phytoplankton. *Marine Biology*, v. 8, p. 183, 1971.

\_\_\_\_\_.; SASS, J. Oil pollution persistence and degradation of spilled fuel oil. *Science*, v.176, p.1120-1222, 1972.

BOLIVAR, J.P.; GARCÍA-TENORIO, R.; GARCÍA-LEÓN, M. A method for the determination of counting efficiencies in  $\gamma$ -spectrometric measurements with HPGe detectors. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A*. v. 382, p. 495-502, 1996.

BORGES, A.C.; SANDERS, C.J.; SANTOS, H.L.R.; ARARIPE, D.R.; MACHADO, W.; PATCHINEELAM, S.R. Eutrophication history of Guanabara Bay (SE Brazil) recorded by phosphorus flux to sediments from a degraded mangrove area . *Marine Pollution Bulletin*, v.58, p. 1739-1765, 2009.

BOULOUBASSI, I. Aspects de la biogéochimie des hydrocarbures non aromatiques et aromatiques dans la colonne d'eau et les sédiments du milieu côtier: cas du delta du Rhône. Thèse de Doctorat, Université Paris 6, France, 344p., 1990.

\_\_\_\_\_.; LIPIATOU, E.; SALIOT, A.; TOLOSA, I.; BAYONA, J.M.; ALBAIGÉS, J. Carbon sources and cycle in the western Mediterranean - the use of molecular markers to determine the origin of organic matter. *Deep-Sea Research II*, v.44, n.3/4, p.781-799, 1997.

\_\_\_\_\_.; SALIOT, A. Investigation of anthropogenic and natural organic inputs in estuarine sediments using hydrocarbon markers (NAH, LAB, PAH). *Oceanologica Acta*. v. 16, n. 2, p. 145-161, 1993b.

BRANQUINHO, F. e FELZENSZWALB, I. Meio ambiente: experiências em pesquisa multidisciplinar e formação de pesquisadores. Rio de Janeiro: Mauad X/FAPERJ, ,p. 215,2007.

BRESSER-PEREIRA, L. C. Desenvolvimento e Crise no Brasil: História, Economia e Política de Getúlio Vargas a Lula. São Paulo: Brasiliense, 2003.

BRITO, F.; HORTA, C. *A urbanização recente no Brasil e as aglomerações metropolitanas*. Cedeplar - IUSSP, 2002

\_\_\_\_\_.; SOUZA, J. Expansão urbana nas grandes metrópoles: o significado das migrações intrametropolitanas e da mobilidade pendular na reprodução da pobreza. **São Paulo Perspec.**, São Paulo , v. 19, n. 4, p. 48-63, 2005.

BROCKMEYER, B.; SPITZY, A. Effects of sugar cane monocultures on origin and characteristics of dissolved organic carbon in the Manguaba lagoon in northeast Brazil. *Organic Geochemistry*, v.42, p.74-83,2011.

BRYCE, T. A.; MARTIN-SMITH, M.; OSSKE, G.; SCHREIBER, K., SUBRAMANIAN, G. Sterols and triterpenoids – isolation of arundoin and sawamilletin from Cuban sugar cane wax. *Tetrahedron*, v. 23, p. 1283-1296, 1967b.

BUCHMAN, M. F. NOAA Screening Quick Reference Tables, NOAA HAZMAT, Report 99-1, SeattleWA, Coastal Protection and Restoration Division, National Oceanic and Atmospheric Administration. Seattle, USA, 1999. 12 p.

BUENAFUENTE, S. M. F.; FILHO, J. D. G.; CARA, P. A. A; OLIVEIRA, E. L. Lógica de mercado e impactos socioeconômicos e ambientais: flexibilização da legislação ambiental no Brasil. *Universidade e Sociedade*, n. 59, p. 18-31, 2017.

BUSTELO, E.S. Planejamento e Política Social. In: BROMLEY, R.; BUSTELO, E.S. *Política X Técnica no Planejamento*. São Paulo: Brasiliense/UNICEF, p.132-152,1982.

CÂMARA, L. J. A.; PEREIRA, W. E. N. Região metropolitana de natal: uma descrição da especialização industrial (1990-2010). *Revista de Economia Regional, Urbana e do Trabalho*, v. 2, n.2, 2013.

CAMPOS, V.; FRACACIO, R.; FRACETO, L. F.; ROSA, A. H. Fecal Sterols in Estuarine Sediments as Markers of Sewage Contamination in the Cubatao Area, São Paulo, Brazil. *Aquatic Geochemistry*, v. 18, n. 5, p. 433-443, 2012.

CANUEL E. A.; MARTENS, C. S. Seasonal variations in the sources and alteration of organic matter associated with recently-deposited sediments. *Organic Geochemistry*, v. 20, p. 563-577, 1993.

CARDOSO, R.L.S. *Elaboração de indicadores de desempenho institucional e organizacional no setor público*. São Paulo, CEPAM, 1999.

CARREIRA, R.S.; ARAÚJO, M.P.; COSTA, T.L.; ANSARI, N.R. & PIRES, L.C.M., Lipid biomarkers in deep sea sediments from the Campos Basin, SE Brazilian continental margin. *Organic Geochemistry*, v. 41, p. 879–884, 2010.

\_\_\_\_\_.; ARAÚJO, M.P.; COSTA, T.L.F.; SPÖRL, G. & KNOPPERS, B.A. Lipids in the sedimentary record as markers of the sources and deposition of organic matter in a tropical Brazilian estuarine-lagoon system. *Marine Chemistry*, v.127, p.1-11, 2011.

\_\_\_\_\_.; WAGENER, A.L.R.; FILLMAN, T.; READMAN, J. Distribuição de coprostanol (5b(H)-coleston-3b-ol) em sedimentos superficiais da Baía de Guanabara: indicador da poluição recente por esgotos domésticos. *Química Nova*, v.24, n.1, p.37-42, 2001.

\_\_\_\_\_.; WAGENER, A.L.R.; READMAN, J.W. Sterols as markers of sewage contamination in a tropical urban estuary (Guanabara Bay, Brazil): space-time variations. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v.60, n.4, p.587-598, 2004.

CARVALHO, C. P. Economia Popular: uma via de modernização para Alagoas. 3ªed. Maceió: Edufal, 2008.

CASTELLANI, R.; PETTA, R.A.; FERNANDES, R.C.; DUARTE, C.R.; IDEMA - instituto de desenvolvimento econômico e do meio ambiente do rio grande do norte. Perfil do seu município: Extremoz – RN. Natal. 21 p, 2013. On line: <http://www.idema.rn.gov.br/> Acessado em 20/09/2016.

CAVALCANTE, R.M.; SOUSA, F.W.; NASCIMENTO, R.F.; SILVEIRA, E.R.; FREIRE, G.S.S. The impact of urbanization on tropical mangroves (Fortaleza, Brazil): Evidence from PAH distribution in sediments. *Journal of Environmental Management*, v. 91, p. 328-335, 2009.

CELINO, J. J.; QUEIROZ, A. F. S. Fonte e grau da contaminação por Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs) de baixa massa molecular em sedimentos da Baía de Todos os Santos, Bahia. *Revista da Escola de Minas*, v. 59, p. 265-270, 2006.

\_\_\_\_\_.; VEIGA, I. G.; TRIGÜIS, J. A.; QUEIROZ, A. F. S. Source and distribution of petroleum hydrocarbons in sediments from Todos os Santos Bay, Bahia. *Braz. J. Aquat. Sci. Technol*, v. 12, n.1, p.31-38, 2008.

CHAPMAN, V. J. Introduction. In *Ecosystems of the World. I. Wet Coastal Ecosystems*, Amsterdam: Elsevier, pp. 1-29, 1977.

CHELLAPPA, N. T.; CHELLAPPA, T.; LIMA, A. K. A.; BORBA, J. L. M.; SOUZA, P. V.; CHELLAPPA, S. (2006). Ecology of the freshwater phytoplankton assemblages from a tropical reservoir of northeastern Brazil. *International Journal of Lakes and Rivers*, v. 1, n. 1, p. 61-73, 2006.

CLARK, R. C., JR.; BLUMER, M. Distribution of n-paraffins in marine organisms and sediment. *Limnology and Oceanography*, v.12, p. 79- 87, 1967.

CNPE. Conselho Nacional de Política Energética Resolução nº 4, de 2 de fevereiro de 2017 *resolução CNPE Nº 04/2017 – ANP – Fase de exploração*.

COCHRANE, M.A. Fire science for rainforests. *Nature*, v. 42, p.913-919, 2003.

COELHO, V. M. B. Baía de Guanabara: uma história de agressão ambiental. Rio de Janeiro, Casa da Palavra, 2007.

COHEN, A.S. Paleolimnology: the history and evolution of lake systems. New York: Oxford University Press, p.500, 2003.

COLOMBO, J.C.; PELLETIER, E.; BROCHU, C.; KHALIL, M. Determination of hydrocarbon sources using n-alkane and polyaromatic hydrocarbon distribution indexes. Case study: Rio de La Plata estuary, Argentina. *Environmental Science & Technology*, v.23, n.7, p.888-894, 1989.

\_\_\_\_\_.; SILVERBERG, N.; GEARING, J.N. Biogeochemistry of organic matter in the Laurentian Through, II. Bulk composition of the sediments and relative reactivity of major components during early diagenesis. *Marine Chemistry*, v.51, p.295-314, 1996.

COMMENDATORE, M.G.; ESTEVES, J.I.; COLOMBO, J.C. Hydrocarbons in coastal Sediments of Patagonia, Argentina: Levels and probable sources. *Marine Pollution Bulletin*. v. 40, p. 989–998, 2000.

CORDEIRO, L.G.M.S.; CARREIRA, R.S. & WAGENER, A.L.R. "Geochemistry of fecal sterols in a contaminated estuary in southeastern Brazil." *Organic Geochemistry*, v. 39 p.1097–1103, 2008.

CORTELLA, M. S. Política: para não ser idiota. São Paulo, Campinas: Papirus 7 Mares, 2010.

COSTA, A. A. A verticalização e as transformações do espaço urbano de Natal-RN. Tese (Doutorado). Rio de Janeiro: UFRJ, PPGG, 2000.

CRANWELL, P.A. Lipids of aquatic sediments and sedimenting particulates. *Progress in Lipid Research*, v. 21, p. 271- 308, 1982.

CRIPPS, G. Problems in the identification of anthropogenic hydrocarbons against natural background levels in the Antarctic. *Antarctic Science*, v. 1, n. 4, p. 307-312, 1989.

CUNHA, E. M. S. *Evolución Actual del Litoral de Natal – RN (Brasil) y Sus Aplicaciones a la Gestión Integrada*. Tese de Doutorado. Universidade de Barcelona, p. 384, 2004.

DACHS, J.; BAYONA, J.M.; FILLAUX, J.; SALIOT, A.; ALBAIGES, J. Evaluation of anthropogenic and biogenic inputs into the western Mediterranean using molecular markers. *Marine Chemistry*, v.65, p.195-210, 1999.

DANTAS, G. De Coité a Macaíba: o entreposto comercial do Litoral Oriental do rio Grande do Norte no século XIX. *Caminhos da Geografia*, v. 10, n. 31, p. 158-170, 2009.

DAVID, R. B. de. Estudo preliminar de zoneamento ambiental para ocupação urbana da bacia do Rio Ratoles. 2004. 159p. Dissertação (mestrado em Engenharia Sanitária e Ambiental). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

DELBONO, I.; BARSANTI, M.; SCHIRONE, A.; CONTE, F.; DELFANT R.  $^{210}\text{Pb}$  mass accumulation rates in the depositional area of the Magra River (Mediterranean Sea, Italy). *Continental Shelf Research*, v. 124, p. 35-48, 2016.

DIAS SOBRINHO, José. Educação superior, globalização e democratização. Qual universidade? *Revista Brasileira de Educação*. Rio de Janeiro, n.28, p.164-173, Jan.Qabr. 2005.

DIAS, H. M.; SOARES, M. L. G. As fitofisionomias das restingas do município de caravelas (Bahia - Brasil) e os bens e serviços associados. *Bol. Téc. Cient. CEPENE, Tamandaré - PE* - v. 16, n. 1, p. 59-74, 2008.

DIAS, T. S.; FIALHO, C. B.. Biologia alimentar de quatro espécies simpátricas de Cheirodontinae (Characiformes, Characidae) do rio Ceará Mirim, Rio Grande do Norte. *Iheringia, Série Zoologia*, v. 99, n. 3, p. 242-248, 2009 .

DINIZ FILHO, J. B. Recursos hídricos subterrâneos no médio e baixo curso da bacia hidrográfica do rio Ceará Mirim/RN. Tese de doutorado. Universidade do Estado de São Paulo, São Paulo, 357 p., 1999.

DITTMAR, T.; HERTKORN, N.; KATTNER, G.; LARA, R.J. Mangroves, a major source of dissolved organic carbon to the oceans. *Global Biogeochemistry Cycles*, v. 20, p.1-7, 2006.

\_\_\_\_\_.; LARA, R.J. Do mangroves rather than rivers provide nutrients to coastal environments south of the Amazon River? Evidence from long-term flux measurements. *Marine Ecology Progress Series*, v. 213, p. 67-77. 2001a.

\_\_\_\_\_. Driving forces behind nutrient and organic matter dynamics in a mangrove tidal creek in north Brazil. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, v. 52, p. 249 – 259, 2001b.

DOMÍNGUEZ, C.; SARKAR, S.K.; BHATTACHARYA, A.; CHATTERJEE, M.; BHATTACHARYA, B.D.; JOVER, E.; ALBAIGÉS, J.; BAYONA, J.M.; ALAM, M.D. A.; SATPATHY K.K. Quantification and source identification of polycyclic aromatic hydrocarbons in core sediments from Sundarban Mangrove Wetland, India. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, v.59, p.49 – 61, 2010.

DOMINGUEZ, J. M. L. (org.). Costa das Baleias: Caracterização da Zona Costeira dos Municípios de Alcobaça, Caravelas, Nova Viçosa e Mucuri. Salvador: CBPM / UFBA – CPGG / LEC, 2008.

DSIKOWITZKY, L.; NORDHAUS, I.; JENNERJAHN, T.C.; KHRYCHEVA, P.; SIVATHARSHAN, Y.; YUWONO, E. Anthropogenic organic contaminants in water, sediments and benthic organisms of the mangrove-fringed Segara Anakan Lagoon, Java, Indonesia. *Marine Pollution Bulletin*, v.62, n.4, p. 851–862, 2011.

DUAN, Y. I.; JINXIAN, H. . Distribution and isotopic composition of n-alkanes from grass, reed and tree leaves along a latitudinal gradient in China. *Geochemical Journal*, v. 45, p. 199-207, 2011.

DUKE, N.C. Mangrove floristics and biogeography. Tropical mangrove ecosystems (ed. by Robertson A. I.; Alongi D. M.), American Geophysical Union, Washington, D.C. 1992. p. 63-100.

\_\_\_\_\_.; BALL, M. C.; ELLISON, J. C. Factors influencing biodiversity and distributional gradients in mangroves. *Global Ecology and Biogeography Letters*, v. 7, p. 27–47, 1998.

\_\_\_\_\_.; MEYNECKE, J. O.; DITTMANN, S.; ELLISON, A. M.; ANGER, K.; BERGER, U.; CANNICCI, S.; DIELE, K.; EWEL, K.C.; FIELD, C. D.; KOEDAM, N.; LEE, S.Y.; MARCHAND, C.; NORDHAUS, I.; DAHDOUH-GUEBAS, F. A world without mangroves? *Science*, v. 317, p. 41–42, 2007.

ECOLOGUS-AGRAR. Plano Diretor de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara. Rio de Janeiro, RJ, 3087 p., 2003.

EGLER, C.A.G.; CRUZ, C.B.M.; MADSEN, P.F.H.; COSTA, S.M.; SILVA E.A. Proposta de zoneamento ambiental da Baía de Guanabara. *Anuário do Instituto de Geociências/UFRJ*, v. 26, p. 127-138, 2003.

EGLINTON, G.; GONZALES, A.G.; HAMILTON, R.J.; RAPHAEL R.A. Hydrocarbon constituents of the wax coatings of plant leaves, a taxonomic survey. *Phytochemistry*, v. 1, p. 89–102, 1962.

\_\_\_\_\_.; HAMILTON, R.J. Leaf epicuticular waxes. *Science*, v. 156, p. 1322–1335, 1967.

\_\_\_\_\_.; MURPHY, M.T.J. *Organic geochemistry - methods and results*. Berlin: Springer-Verlag. 1969. 782 p.

ELEUTÉRIO, Arysbur Batista. ESTRADA DE FERRO BAHIA E MINAS. A Ferrovia do Adeus. 1996.

ELLER, J. R. G.; SANTOS, L.; NASCIMENTO, R. da S. Análise Ambiental do Manguezal do Rio Tavares, Florianópolis (SC, Brasil). In: *Anales del XIV° EGAL – Encuentro de Geografos de America Latina*. Lima, Peru, 2013.

ENVIRONMENT CANADA. . Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life. [www.ec.gc.ca/ceqg - rcqe/sediment.htm](http://www.ec.gc.ca/ceqg - rcqe/sediment.htm), 1998.

EPA – Environmental Protection Agency. Method 3540C - Soxhlet Extraction. Test method for evaluation solid waste physical/chemical methods.

EPA – Environmental Protection Agency. Method 3630C - Silica gel cleanup. Test method for evaluation solid waste physical/chemical methods.

EPA – Environmental Protection Agency. Method 8015B: Nonhalogenated organics using GC/FID. Revision 2. 1996.

EPA 3540C - *Soxhlet Extraction*. In CD: Test method for evaluation solid waste physical/chemical methods. U.S. Environmental Protection Agency.

EPA 8015B – Nonhalogenated Organics Using GC/FID SW-846. In CD: Test methods for evaluating solid waste, physical/chemical methods. U.S. Environmental Protection Agency.

EPA 8270D – *Semivolatile organic compounds by gas. chromatography/mass spectrometry (CG/MS)*. In CD: Test method for evaluation solid waste physical/chemical methods. U.S. Environmental Protection Agency.

EPA Environmental Protection Agency. Method 8270D: Semivolatile organic compounds by gas. chromatography/mass spectrometry (CG/MS). In CD: Test method for evaluation solid waste physical/chemical methods.

FAO. Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação. Estatísticas FAO, 2007. Disponível em: [www.fao.org](http://www.fao.org). Acessado em outubro de 2016.

FARIAS, C. O.; HAMACHER, C.; WAGENER, A. L. R.; SCOFIELD, A. L. Origin and degradation of hydrocarbons in mangrove sediments (Rio de Janeiro, Brazil) contaminated by an oil spill. *Organic Geochemistry*, v. 39, p. 289–307, 2008.

FARRINGTON, B.W.; TRIPP, B.W. Hydrocarbons in western North Atlantic surface sediments. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v.41, p. 1627-1641, 1977.

FELLER, I.C.; LOVELOCK, C.E.; BERGER, U.; MCKEE, K.L.; JOYE, S.B.; BALL, M.C. Biocomplexity in mangrove ecosystems. *Annual Review Marine Science*, v. 2, p. 395-417, 2010.

FERREIRA, A. C.; SANKARANKUTTY, C. Estuarine Carcinofuna (Decapoda) of Rio Grande do Norte, Brazil. *Revista Nauplius*, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 121-129, 2002

FERREIRA, A. L. A.; SILVA, A. F. C. Perdas e ganhos na produção imobiliária: uma agenda pública para o futuro. In: Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales [Nueva serie de Geo Crítica. Cuadernos Críticos de Geografía Humana]: Barcelona, vol XI, n. 245, 2007.

FLEMING, M.; LIN, G.; STERNBERG, S.L.L. Influence of mangrove detritus in an estuarine ecosystem. *Bulletin of Marine Science*, v. 47, p. 663-669, 1990.

FONTANA, A.; BRITO, R.J.; PEREIRA, M.G.; LOSS, A.; BENITES, V.M. Caracterização de substâncias húmicas da camada superficial do solo sob diferentes coberturas vegetais. *Magistra*, v.22, p.48-55, 2010.

FRAZÃO, E. P. Caracterização hidrodinâmica e morfosedimentar do estuário Potengi e áreas adjacentes: Subsídios para controle e recuperação ambiental no caso de derrames de hidrocarbonetos. Dissertação (mestrado em Geodinâmica e Geofísica), UFRN, Natal, 195 p., 2003.

FREIRE, F. H. M. A.; ANDRADE, R.C.B. Análise demográfica e social intra-urbana da Região Metropolitana de Natal, UFRN, Departamento de Estatística, 2006.

FRIEDMAN, G. M.; JOHNSON, K. G. Exercises in Sedimentology. *Geological Journal*, v. 19, p. 77-84. 1982.

FURTADO, E. M. A onda do turismo na cidade do sol: a reconfiguração urbana de Natal. Tese (Doutorado). Natal: UFRN, CCHLA, Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais, 2005.

FURTADO, E. M. O turismo na capital potiguar: visões sobre o espaço urbano de Natal/RN. In: Mercator – revista de Geografia da UFC. Fortaleza: ano 6, número 11, 2007.

FUSI, M.; BEONE, M. G., SUCIU, N. A. SACCHI, A.; TREVISAN, M.; CAPRI, E.; DAFFONCHIO, B.; DIN, N.; , DAHDUOH-GUEBAS, F.; CANNICCI, S. Ecological status and sources of anthropogenic contaminants in mangroves of the Wouri River Estuary (Cameroon). *Marine Pollution Bulletin*, v. 109, p. 723-733, 2016.

GAGOSIAN, R.; LEE, C.; HEINZER, F. Process controlling the stanol/stenol ratio in Black Sea seawater and sediments. *Nature*, v.280, p.574-576, 1979.

GAGOSIAN R. B.; PELTZER E. T. The importance of atmospheric input of terrestrial organic material to deep sea sediments. *Organic Geochemistry*, v. 10, p. 661–669, 1986.

GAO, G.; QI, S.; ZHANG, S.; YIN, H.; XIAO, Z.; LI, M.; LI, Q. Minor compounds from the stem bark of Chinese mangrove associate *Catunaregam spinosa*. *Die Pharmazie-An International Journal of Pharmaceutical Sciences*, v. 63, n. 7, p. 542-544, 2008.

GARCIA-ORELLANA, J.; SANCHEZ-CABEZA, J.-A.(). El  $^{210}\text{Pb}$  como trazador de procesos ambientales. Radiocronología de Sedimentos Costeros Utilizando  $^{210}\text{Pb}$ : Modelos, Validación y Aplicaciones. J. A. SanchezCabeza, M. Díaz-Asencio and A. C. Ruiz-Fernández. Viena, Organismo Internacional de Energía Atómica: 105. 2012

GIRI, C.; OCHIENG, E.; TIESZEN, L. L. Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. *Global Ecology and Biogeography*, v. 20, p. 154-159, 2010.

GODOY, J. M.; MOREIRA, I.; WANDERLEY, C.; SIMOES FILHO, F. F.; MOZETO, A. A. An alternative method for the determination of excess  $^{210}\text{Pb}$  in sediments. **Radiat. Protect. Dosimetry**, v. 75, n.1-4, p. 111-115, 1998.

\_\_\_\_\_.; OLIVEIRA, A. V.; ALMEIDA, A. C.; GODOY, M. L. D. P.; MOREIRA, I.; WAGENER, A. R.; FIGUEIREDO JUNIOR, A. G. Guanabara bay sedimentation rates based on  $^{210}\text{Pb}$  dating: reviewing the existing data and adding new data. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, v. 23, n. 7, p. 1265-1273, 2012.

GOGOU, A.; BOULOUBASSI, I.; STEPHANOU, E.G. Marine organic geochemistry of the Eastern Mediterranean: 1. Aliphatic and polyaromatic hydrocarbons in Cretan Sea surficial sediments. *Marine Chemistry*, v. 68, p. 265–282, 2000.

GOGOU, A.; STEPHANOU, E.G. Marine organic geochemistry of the Eastern Mediterranean: 2. Polar biomarkers in Cretan Sea surficial sediments. *Marine Chemistry*, v.85, n.1-2, 2004/2, p.1-25, 2004.

GOLDBERG ED. Geochronology with  $^{210}\text{Pb}$ . [In:] *Radioactive Dating*, International Atomic Energy Agency, Vienna, p.121-130, 1963.

GOLDMAN, J.C.; CARON, D.A.; DENNET, M.R. Regulation of Gross growth efficiency in bacteria by substrate C:N ratio. *Limnology and Oceanography*, v.32, n.1239, p.14, 1987.

GONNEEA, M.E; PAYTAN, A.; HERRERA-SILVEIRA, J.A. Tracing organic matter sources and carbon burial in mangrove sediments over the past 160 years. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, v. 61, p. 211–22, 2004.

GONZÁLEZ-OREJA, J. A.; J. SAIZ-SALINAS. Short-term spatiotemporal changes in urban pollution by means of faecal sterols analysis. *Marine Pollution Bulletin*, v. 36, p. 868–875, 1998.

GOUGH, M.A.; ROWLAND, S.J. Characterization of unresolved complex mixtures of hydrocarbons in petroleum. *Nature*, v.344,p. 648-650, 1990.

GRILO, C. F.; RODRIGUES NETO, R.; VICENTE, M. A.; CARREIRA, R. S.. Evaluation of the influence of urbanization processes using mangrove and fecal markers in recent organic matter in a tropical tidal flat estuary. *Applied Geochemistry*, Oxford, v. 38, p. 82-91, 2013.

GRIMALT, J.O.; FERNANDEZ, P.; BAYONA, J.M.; ALBAIGES, J. Assessment of fecal sterols and ketones as indicators of urban sewage inputs to coastal waters. *Environmental Science & Technology*, v.24, p.357-363, 1990.

GROSS, M. G. Carbon determination. In: Carver, R. E. (Ed.). *Procedures in Sedimentary Petrology*. Wiley Interscience, New York, p. 49-94. 1971.

GUEDES JUNIOR, A. Áreas de proteção ambiental para poços de abastecimento público em aquíferos costeiros. Tese (doutorado). PósGraduação em Engenharia de Produção. Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas. UFSC, Florianópolis, p. 184, 2005.

GUNDLACH, E. R.; HAYES M. O. Vulnerability of coastal environments to oil spill impacts. *Marine Technology Society Journal*, v.12, p. 18-27, 1978.

HEDGES, J.I.; KEIL, R.G. Sedimentary organic matter preservation: an assessment and speculative synthesis. *Marine Chemistry*, v.49, p.81-115, 1995.

\_\_\_\_\_.; PRAHL, F.G. Early diagenesis: consequences for applications of molecular biomarkers. In: M.H. Engel e S.A. Macko (Ed.). *Organic Geochemistry*. Nova York: Plenum Press, v.11, 1993. Early diagenesis: consequences for applications of molecular biomarkers, p.237-254. (Topics in Geobiology)

\_\_\_\_\_.; STERNN, J.H. Carbon and nitrogen determinations in carbonate-containing solids. *Limnology and Oceanography*, v. 29, p. 20-34, 1984.

HENRICHS, S.M. Early diagenesis of organic matter in marine sediments: progress and perplexity. *Marine Chemistry*, v.39, p.119-149, 1992.

HERBES, S.E.; SCHWALL, L.R. Microbial transformation of polycyclic aromatic hydrocarbons in pristine and petroleum contaminated sediments. *Applied Environment Microbial*, v. 35, p. 306-316, 1978.

HESSEL, S; MORIN, E. O caminho da esperança. Tradução: Edgard de Assis Carvalho e Mariza Perassi Bosco. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

HOBBIE, J. E., 2000. Estuarine science: a synthetic approach to research and practice. Island Press, Washington, DC, 539 pp.

HOEL, J. M.; DAVIS, D. D.; GREGORY, G. L.; MCNEAL, R. J.; BENDURA, R. J.; DREWRY, J. W.; BARRICK, J. D.; KIRCHHOFF, V. W. J. M.; MOTTA, A. G.; NAVARRO, R. L.; DORKO, W. D.; OWEN, D. W. Operational overview of the NASA GTE/CITE 3 airborne instrument intercomparasion for sulfur dioxide hydrogen, sulfide, carbonyl sulfide, dimethyl sulfide and carbon disulfide. Journal of geophysical research , vol 98 NO. D12, pages 23, 291 -23 304, december 20, 1993.

HORN FILHO, N. O. OLIVEIRA, J. S.; LEAL, P. C. Mapping the Santa Catarina island's coast, Santa Catarina, southeastern, Brazil. In: COASTAL ZONE 99. San Diego, p. 401-403, 1999.

HOSTETTLER, F.D.; ROSENBAUER, R.J.; KVENVOLDEN, K.A. PAH refractory index as a source discriminant of hydrocarbon input from crude oil and coal in Prince William Sound, Alaska. *Organic Geochemistry*, v. 30, p.873-879, 1999.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades. Caravelas – BA. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/historico.php?codmun=290690>. Acessado em novembro de 2016.

\_\_\_\_\_. Censos demográficos 1960, 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010. Disponível on line: <http://cidades.ibge.gov.br/histórico>.

\_\_\_\_\_. Histórico dos municípios. Disponível on line: <http://cidades.ibge.gov.br/>. Acessado em 04 de novembro de 2016.

\_\_\_\_\_. Histórico dos municípios. Disponível on line: <http://cidades.ibge.gov.br/>. Acessado em 02 de abril de 2017.

\_\_\_\_\_. Mapa de climas do Brasil, diretoria de geociências, 2007. < disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default\\_prod.shtm#MAPAS](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default_prod.shtm#MAPAS). Acesso em: 18 de dez.2013.

\_\_\_\_\_. *Censo 2010*. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 12 Dez. 2016.

\_\_\_\_\_. Cidades. Catanduva - SP. Disponível em: Acesso em: 30 set. 2013.

IDEMA-Programa Estadual de Monitoramento e Fiscalização Ambiental Aéreos – PEMFAA. Relatório de sobrevoo: litoral Extremoz – Tibau (executado em 06-07-2009) Natal (RN), 2009.

IGNAZZI, C. A. 'The Brazilian Urban System: The trajectories of Brazilian cities between general dynamics and specific peculiarities', *Cybergeog: European Journal of Geography, Systems, Modelling, Geostatistics*, v. 754, 2015, Disponível em: <http://journals.openedition.org/cybergeog/27349>

INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). Normais Climatológicas 1961 – 1990. Brasília. 2006, 84p.

JAFFÉ, R. Fate of hydrophobic organic pollutants in the aquatic environment: a review. *Environmental Pollution*, v. 69, p. 237-257, 1991.

\_\_\_\_\_.; WOLFF G. A.; CABRERA A. C.; CHITTY H. C. The biogeochemistry of lipids in rivers of the Orinoco Basin. *Geochim. Cosmochim. Acta*, v. 59, p. 4507–4522, 1995.

\_\_\_\_\_.; MEAD, R.; HERNÁNDEZ, M.E.; PERALBA, M.C.; DIGUIDA, O.A. Origin and transport of sedimentary organic matter in two subtropical estuaries: a comparative biomarker-based study. *Organic Geochemistry*, v. 32, p. 507–526, 2001.

\_\_\_\_\_.; RUSHDI, A. I.; MEDEIROS, P. M.; SIMONEIT, B. R. T. Natural product biomarkers as indicators of sources and transport of sedimentary organic matter in a subtropical river. *Chemosphere*, v. 64, p. 1870-1884, 2006..

JANNUZZI, P.M>. *Indicadores Sociais no Brasil: conceitos, fontes de dados e aplicações*. Campinas: Alínea, 5ª edição, 160p., 2012

JANUZZI, P.M. *Indicadores Sociais no Brasil, conceito, fonte de dados e aplicações*, 3ªed. Editora Alínea, 2004.

JAPIASSU, H. O sonho transdisciplinar - e as razões da filosofia. Rio de Janeiro, Imago, 2006.

JENG, W.L.; LIN, S.; KAO, S.J. Distribution of terrigenous lipids in marine sediments off northeastern Taiwan. *Deep-Sea Research II*, v. 50, p. 1179-1201, 2003.

JENNERJAHN, T.C.; ITTEKKOT, V. Relevance of mangroves for the production and deposition of organic matter along tropical continental margins. *Naturwissenschaften*, v. 89, p. 23–30, 2002.

JIANG, C.; ALEXANDER, R.; KAGI, R.I.; MURRAY, A.P. Origin of perylene in ancient sediments and its geological significance. *Organic Geochemistry*, v.31, p. 1545–1559, 2000.

JONES, R.; PARSONS, R.; WATKINSON, E.; KENDEL, I. D. Sewage contamination of a densely populated coral 'atoll' (Bermuda). *Environ Monit Assess*, v. 179, p. 309–324, 2011.

KAISER, D.; SHULZ-BULL, D. E; WANIEK, J. J. 2016. Profiles and inventories of organic pollutants in sediments from the central Beibu Gulf and its coastal mangroves. *Chemosphere*, v. 153, p. 39-47.

KAMARUZZAMAN, B. Y.; ONG, M. C. Recent Sedimentation Rate and Sediment Ages Determination of Kemaman-Chukai Mangrove Forest, Terengganu, Malaysia. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, v, 3, n. 3, p. 522-525, 2008.

*KATHIRESAN, K.; BINGHAM, B. L. Biology of mangrove and mangrove ecosystems. Advances in Marine Biology, v. 40, p. 81-251. 2001.*

KAWABATA, Z., A. MAGENDRAN, S. PALANICHAMY, V.K. Venugopalan and R. Tatsukawa: Phytoplankton biomass and productivity of different size fractions in the Vellar estuarine system, southeast coast of India. *Indian J. Mar. Sci.*, v. 22, p. 294-296, 1993.

KE, L.; YU, K.S.H.; WONG, Y.S.; TAM, N.F.Y. Spatial and vertical distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons in mangrove sediments. *Science of the Total Environment*, v. 340, p. 177-187, 2005.

KENNISH, M.J. *Ecology of Estuaries: Anthropogenic Effects*. Boca Raton, USA: CRC Press. 494 pp. 1992.

KILLOPS, S. D.; KILLOPS, V. J. Introduction to Organic Geochemistry. Blackwell Publishing. 2a Ed., EUA, 2005.

KILLOPS, S.D.; KILLOPS, V.J. An introduction to organic geochemistry. Essex, UK: Longman Scientific & Technical. *Longman Geochemistry Series*, 265 p. 1993.

KIM, G.B.; MARUYA, K.A.; LEE, R.F.; LEE, J.H.; KOH, C.H.; TANABE, S. Distribution and sources of polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments from Kyeonggi Bay, Korea. *Marine Pollution Bulletin*, v.38, p.7-15, 1999.

KNOPPERS, B. A.; CARMOUZE, J. P.; MOREIRATURCQ, P. F. Nutrient dynamics, metabolism and eutrophication of lagoons along the East Fluminense Coast, State of Rio de Janeiro. In: B. A. Knoppers, E. D. Bidone, & J. J. Abrão (Eds.), *Environmental Geochemistry of Coastal Lagoon Systems of Rio de Janeiro, Brazil*, Vol. 6, p. 123-154. Niterói: UFF/FINEP.1999.

KOCH, B.P.; RULLKOTTER, J.; LARA, R.J. Evaluation of triterpenols and sterols as organic biomarkers in a mangrove ecosystem in northern Brazil. *Wetlands Ecology Management*, v. 11, p. 257-263, 2003.

\_\_\_\_\_.; SOUZA FILHO, P.W.M.; BEHLING, H.; COHEN, M.C.L.; KATTNER, G.; RULLKÖTTER, J.; SCHOLZ-BÖTTCHER, B.; LARA, R.J. Triterpenols in mangrove sediments as a proxy for organic matter derived from the red mangrove (*Rhizophora mangle*). *Organic Geochemistry*, v. 42, n. 1, p. 62-73, 2011.

KOIDE, M.; SOUTAR, A.; GOLDBERG, E.D. Marine geochronology with  $^{210}\text{Pb}$ . *Earth Planetary Science Letters*, v.14, 442-446, 1972.

KOZLOWSKI, T. T.; PALLARDY, S. G. *Physiology of Woody Plants*, 2nd ed. San Diego: Academic, 1997.

KRISTENSEN, E.; BOUILLON, S.; DITTMAR, T.; MARCHAND, C. Organic carbon dynamics in mangrove ecosystems: A review. *Aquatic Botany*, v. 89, p. 201–219, 2008

LAKE, J.; NORWOOD, C.; DIMOCK, C.; BOWEN, R. Origins of polycyclic hydrocarbons in estuarine sediments. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v. 43, p. 1847-1854, 1979.

LANA, P. C.; MARONE, E.; LOPES, R. M.; MACHADO, E. C.. The subtropical estuarine complex of Paranagua Bay, Brazil. *Ecological Studies*. v. 144, p. 131-145, 2001.

LARA, R. J. *Amazonian mangroves – a multidisciplinary case study in Pará State, North Brazil: Introduction*, 2003.

LAUREILLARD, J.; SALIOT, A. Biomarkers in organic matter produced in estuaries: a case study of the Krka estuary (Adriatic Sea) using the sterol marker series. *Marine Chemistry*, v. 43, p.247-261, 1993.

LAW, R.J.; BISCAYA, J L. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) – Problems and progress in sampling, analysis and interpretation. *Marine Pollution Bulletin*, v. 29, p. 235-241, 1994.

LEÃO, Z.M.A.N.; KIKUCHI, R.K.P.; TESTA, V. 2003. Corals and Corals Reefs of Brazil. In: J. Cortés (Ed.), *Latin American Coral Reefs*, Elsevier, Amsterdam, p.9- 52.).

LEBLANC, L.A.; LATIMER, J.S.; ELLIS, J.T.; QUINN, J.G. The geochemistry of coprostanol in waters and surface sediments from Narragansett Bay. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v.34, p.439-458, 1992.

LEEMING, R.; BALL, A.; ASHBOLT, N.; NICHOLS, P. Using faecal sterols from humans and animals to distinguish faecal pollution in receiving waters. *Water Res.*, v.30, n. 12, p. 2893-2900, 1996.

LEIPE, T.; KNOPPERS, B.; MARONE, E.; CAMARGO, R. Suspended matter transport in coral reef waters of the Abrolhos bank Brazil. *Geo-Marine Letters*, v. 19, p. 186-195, 1999.

LEWIS, M. A. & RUSSEL, M. J. 2015. Contaminant profiles for surface water, sediment, flora and fauna associated with the mangrove fringe along middle and lower eastern Tampa Bay. *Marine Pollution Bulletin*, v. 95, p. 273-282.

LEWIS, M.; PRYOR, R.; WILKING, L. Fate and effects of anthropogenic chemicals in mangrove ecosystems: A review. *Environmental Pollution*, v. 159, p. 2328-2346, 2011.

LI, D.; SHIM, W.J.; DONG, M.; OH, S.H.H. Application of nonylphenol and coprostanol to identification of industrial and fecal pollution in Korea. *Marine Pollution Bulletin*, v.57, n.1, p.7, 2007.

LI, F.; ZENG, X.; YANG, J.; ZHOU, K.; ZAN, Q.; LEI, A. TAM, F. Y. Contamination of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in surface sediments and plants of mangrove swamps in Shenzhen, China. *Marine Pollution Bulletin*, v. 85, n. 2, p. 590-596, 2014.

LIGHT, T. S. Standard solution for redox potencial measurements. *Analytical Chemistry*, v. 44, n.6, p. 1038-1039, 1972.

LIMA, M.; JULLIARD, R.; STENSETH, N. C.; JAKSIC, F. M. Demographic dynamics of a neotropical small rodent (*Phyllotis darwini*): feedback structure, predation and climatic factors. *Journal of Animal Ecology*, v. 70, n.5, p. 761-775, 2001.

LIMA JUNIOR, F. Maceió de outrora. Arquivo público de Alagoas, Instituto Histórico de Alagoas, Maceió, p.138, 1970.

LIMA, A. A. Expansão da agroindústria canavieira no período do Proálcool (1975-1989): o caso alagoano. *REVISTA ECONOMIA POLÍTICA DO DESENVOLVIMENTO*, [S.l.], v. 1, n. 2, p. 41, dez. 2010. ISSN 1984-0756. Disponível em: <<http://www.ufal.br/seer/index.php/repd/article/view/95>>. Acesso em: 20 jun. 2017.

LIN, L.; FAN, Z. H.; ZHU, X.; HUANG, L. H.; BONANNO, L. J. Characterization of atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons in a mixed-use urban community in Paterson, NJ: concentrations and sources *Journal of the Air & Waste Management Association*, v. 61, p. 631-639, 2011.

LONG, E. R.; MACDONALD, D. D.; SMITH, S. L.; CALDER, F. D. 1995. Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments. *Environm. Mgmt.*, v. 19, p. 81-97, 1995.

LOUREIRO, J. V. R. Uma agenda possível? desenvolvimento e direitos humanos no PNDH-3 e o neodesenvolvimentismo brasileiro. Dissertação (Mestrado em Direitos Humanos e Cidadania )—Universidade de Brasília, Brasília, 151 f., 2014.

LUGO, A. E.; SNEDAKER, S. C. The ecology of mangroves. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v. 5 , p. 39-64, 1974.

MABESSONE, J.M.; COUTINHO, P.N. Littoral and shallow marine geology of northern and northeastern Brazil. Universidade Federal de Pernambuco. *Trabalhos oceanográficos*, 12: 214p, 1970.

MACEIÓ. Prefeitura Municipal. Programa de Requalificação Urbana da Orla Lagunar de Maceió—Tomo II – Estudos Sócio Ambientais - Volume III-A Resumo Executivo dos Estudos de Avaliação de Impacto Ambiental – AIA, 380p, 2017.

MACIEL, I.L.S. O mangue como unidade geográfica de análise: o espaço de vivência e produção comunitária nos manguezais da comunidade de Jutai no município de São Caetano de Odivelas - PA. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Pará – UFPA, p.124, 2009.

MACKENZIE, R.A., FOULK, P.B., KLUMP, J.V.; WECKERLY, K.; PURBOSPITO, J.; MURDIYARSO, D.; DONATO, D. C., NAM, V. N. Sedimentation and belowground carbon accumulation rates in mangrove forests that differ in diversity and land use: a tale of two mangroves. *Wetlands Ecology and Management*, v. 24, n.2, p. 245-261, 2016.

MACKO, S.A.; ENGEL, M.H.; PARKER, P.L. Early diagenesis of organic matter in sediments: assessment of mechanisms and preservation by the use of isotopic molecular approaches. In: M. H. Engel e S. A. Macko (Ed.). *Organic Geochemistry*. Nova York: Plenum Press, p.211-224, 1993.

MAGRIS R. A.; BARRETO R. Mapping and assessment of protection of mangrove habitats in Brazil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, v. 5, p. 546-556, 2010.

MAIA, L.P.; LACERDA, L.D.; MONTEIRO, L.H.U.; SOUZA, G.M. Estudo das áreas de manguezais do nordeste do Brasil: Avaliação das áreas de Manguezais dos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco. Universidade Federal do Ceará - Instituto de Ciências do Mar / Sociedade Internacional para Ecossistemas de Manguezal – ISME-BR. Fortaleza, Documento Técnico, maio de 2005.

MALDONADO, C.; VENKATESAN, M.I.; PHILLIPS, C.R.; BAYONA, J.M. Distribution of trialkylamines and coprostanol in San Pedro shelf sediments adjacent to a sewage outfall. *Marine Pollution Bulletin*, v.40, n.8, p.680-687, 2000.

MAMIGONIAN, A. Vida Regional em Santa Catarina. In: Orientação, IGEO/USP, 1966.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Anuário estatístico da agroenergia 2014: Secretaria de Produção e Agroenergia. Bilingue. – Brasília: MAPA/ACS, 2015.205 p.

MARCHAND, C.; DISNAR, J.R.; LALLIER-VERGES, E.; LOTTIER, N. Early diagenesis of carbohydrates and lignin in mangrove sediments subject to variable redox conditions (French Guiana). *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v. 69, p.131–142, 2005.

MARQUES, R. C.; SILVA, J. R.; VIEGAS, O.; NORMANDE, E. B. Manejo y aprovechamiento acuicola de lagunas costeiras in America latina. México, 1993.

MARQUES, M. O. Aspectos técnicos e legais da produção, transporte e aplicação de vinhaça. In: SEGATO, S. V. et al. (Org.). *Atualização em produção de cana-de-açúcar*. Piracicaba: CP 2, p. 369-375, 2006.

MARTINS, C. C.; FILLMANN, G.; MONTONE, R.C. Natural and anthropogenic sterols inputs in surface sediments of Patos Lagoon, Brazil. *J. Brazil. Chem. Soc.* 18, p. 106-115, 2007.

\_\_\_\_\_.; FERREIRA, J. A.; TANIGUCHI, S.; MAHIQUES, M. M.; BÍCEGO, M. C.; MONTONE, R. C. Spatial distribution of sedimentary linear alkylbenzenes and faecal steroids of Santos Bay and adjoining continental shelf, SW Atlantic, Brazil: origin and fate of sewage contamination in the shallow coastal environment. *Marine Pollution Bulletin*, v. 56, n. 7, p. 1359-1363, 2008.

\_\_\_\_\_.; BÍCEGO, M. C.; MAHIQUES, M. M.; FIGUEIRA, R. C. L.; TESSLER, M. G.; MONTONE, R. C. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in a large South American industrial coastal área (Santos Estuary, Southeastern Brazil): Sources and deposicional history. *Marine Pollution Bulletin*, v. 63, p. 452-458, 2011.

\_\_\_\_\_.; AGUIAR, S. N.; BÍCEGO, M. C.; MONTONE, R. C. Sewage organic markers in surface sediments around the Brazilian Antarctic station: results from the 2009/10 austral summer and historical tendencies. *Marine pollution bulletin*, v. 64, n. 12, p. 2867- 2870, 2012.

\_\_\_\_\_.; CABRAL, A. C.; BARBOSA-CINTRA, S. C.; DAUNER, A. L. L.; SOUZA, F. M. An integrated evaluation of molecular marker indices and linear alkylbenzenes (LABs) to measure sewage input in a subtropical estuary (Babitonga Bay, Brazil). *Environmental Pollution*, 188, p. 71-80, 2014.

\_\_\_\_\_.; AGUIAR, S. N.; WISNIESKI, E.; CESCHIM, L. M.M.; FIGUEIRA, R. C.L.; MONTONE, R. C. Baseline concentrations of faecal sterols and assessment of sewage 79 input into different inlets of Admiralty Bay, King George Island, Antarctica. *Marine Pollution Bulletin*, 78, p. 218-223, 2014.

MARTINS, M. L. Próxima ao Rio, dentro da mata, de Ponta de Areia a Araçuaí: a Bahia – Minas. Seminário de Diamantina, 2010, p. 1-21

MASCARENHAS, J.C.; BELTRÃO, B.A.; SOUZA JÚNIOR, L.C. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Barra de São Miguel, estado de Alagoas. Recife: CPRM/PRODEEM, 13 p., 2005.

MATER, L.; ALEXANDRE, M. R.; HANSEL, F. A.; MADUREIRA, L. A. S. Assessment of lipid compounds and phosphorus in mangrove sediments of Santa Catarina Island, SC, Brazil. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, v. 15, p. 725- 734. 2004.

\_\_\_\_\_.; ALEXANDRE, M.R.; HANSEL, F.; MADUREIRA, L.A.S. Assessment of lipid compounds and phosphorus in mangrove sediments of Santa Catarina Island, Brazil. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, v. 15, p. 725-734, 2004.

MATOS, R., 2012, "Migração e urbanização no Brasil", *Revista do Departamento de Geografia e do Programa de Pós-Graduação em Geografia*, Vol.8, Nº1, 7-23, UFMG, Belo Horizonte, Brasil.

MATTEI, L. F.; LINS, H.N. Economia Catarinense Rumo ao Século XXI. Texto para discussão. Centro Sócio-Econômico. CSE/UFSC, Florianópolis, 2001.

MAYER, L.M. Surface area control of organic carbon accumulation in continental shelf sediments. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v. 58, p. 1271–1284, 1994.

MAZUREK, M.A.; SIMONEIT, B.R.T. Characterization of biogenic and petroleum-derived organic matter in aerosols over remote, rural and urban areas. In: *Identification and Analysis of Organic Pollutants in Air*, L.H. Keith, editor. Ann Arbor Science/Butterworth, Boston, 353-370; 1984.

McCAFFREY, M.A. Sedimentary lipids as indicators of depositional conditions in the coastal Peruvian upwelling regime. Tese de Doutorado (Woods Hole Oceanographic Institution), Massachusetts Institute of Technology, Woods Hole, 1990. 208 p.

MCCALLEY, D. V.; COOKE, M.; NICKLESS, G. Coprostanol in Severn estuary sediments, *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, v. 25, p. 374–381, 1981.

MCCALLISTER, S. L.; BAUER, J. E.; DUCKLOW, H. W.; Canuel, E. A. Sources of estuarine dissolved and particulate organic matter: a multi-tracer approach. *Org. Geochem.*, v. 37, p. 454-468, 2006.

MCKEE, K. L. Soil physicochemical patterns and mangrove species distribution - reciprocal effects? *Journal of Ecology*, v. 81, p. 477-487, 1993.

MEDEIROS P. M.; BÍCEGO M.C.; CASTELAO R.M.; DEL ROSSO C.; FILLMANN G.; ZAMBONI A.J. Natural and anthropogenic hydrocarbon inputs to sediments of Patos Lagoon Estuary, Brazil. *Environment International*, v. 31, n. 1, p. 77-87, 2005

MEDEIROS, M. L. Estudo multitemporal da dinâmica espacial do estuário Potengi/RN, utilizando como base os dados de sensoriamento remoto. Dissertação (Mestrado em Geografia), UFRN, Natal, 106 p., 2009.

MELO-MAGALHÃES, E. M.; MEDEIROS, P.R.P.; LIRA, M.C.A.; KOENING, M.L.; MOURA, A.N. Determination of eutrophic areas in Mundaú/Manguaba lagoons, Alagoas-Brazil, through studies of the phytoplanktonic community. *Brazilian Journal of Biology*, v. 69, n. 2, p. 271-280, 2009.

MENEZES, M. P. M.; BERGER, U.; MEHLIG, U. L. F. Mangrove vegetation in Amazonia: a review of studies from the coast of Pará and Maranhão States, north Brazil. *Acta Amazonica*, v. 8, n. 3, p. 403-420, 2008.

MENICONI, M. F. G & BARBANTI, S. M. (2007) Case study: evaluation of hydrocarbon sources in Guanabara Bay, Brazil. *Oil Spill Environmental Forensics, Fingerprinting and Source Identification* (Wang Z & Stout S, eds), pp. 505-536. Academic Press, Amsterdam.

MEYERS, P. A. Organic geochemical proxies of paleoceanographic, paleolimnologic, and paleoclimatic processes. *Organic Geochemistry*, v. 27, n. 5/6, p.213-250. 1997

\_\_\_\_\_. Preservation of elemental and isotopic source identification of sedimentary organic matter. *Chemical Geology*, v. 114, p.289-302, 1994.

\_\_\_\_\_.; ISHIWATARI, R. The early diagenesis of organic matter in lacustrine sediments. In: M. H. Engel e S. A. Macko (Ed.). *Organic Geochemistry*. Nova York: Plenum Press, v.11, 1993. The early diagenesis of organic matter in lacustrine sediments, p.185-210. (Topics in Geobiology).

MICHEL J. 2000. Assessment and recommendations for the Oil Spill Cleanup of Guanabara Bay, Brazil. *Spill Sci Technol B* 6: 89-96.

MILLE, G.; RIVET L.; JAWWAD, A. L.; BERTRAND, J. C. (1992) Hydrocarbon distributions in low polluted surface sediments from Kuwait, Bahrain and Oman Coastal Cones (Before the Gulf War). *Marine Pollution Bulletin*, v. 24, p. 622-626.

MINISTÉRIO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. Balanço Nacional da Cana-de-açúcar. Secretaria de Produção e Agroenergia, Brasília, 2011.

MIRA, M. A. B. A população da Ilha de Santa Catarina. In: PEREIRA, Nereu do Vale (et. al.). *A Ilha de Santa Catarina: Espaço, Tempo e Gente*. Florianópolis: Instituto Histórico e Geográfico de Santa Catarina, 2002. Pp. 61 – 74.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Panorama da Conservação dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos no Brasil. Secretaria de Biodiversidade e Florestas/Gerência de Biodiversidade Aquática e recursos Pesqueiros. Brasília: MMA/SBF/GBA, 2010.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Plano de Ações e Gestão Integrada do Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú/Manguaba (CELMM), 99 p. 2005. Disponível em: ANA/SRH, [www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br). Acesado em: outubro de 2015.

MORAES, B. C., COSTA, J. M. N.; COSTA, A. C. L.; COSTA, M. H. Variação espacial e temporal da precipitação no Estado do Pará. *Acta Amazônica* v. 35, n. 2, p. 207-214, 2005.

MORAES, A. C. R. Contribuições para a Gestão da Zona Costeira do Brasil: elementos para uma geografia do litoral brasileiro. São Paulo: Hucitec/Edusp, 1999.

MORAES, M. A. F. D. A desregulamentação do setor sucroalcooleiro do Brasil. Americana: Caminho Editorial, 2000. pp. 238

MORIN, E. A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento. Tradução Eloá Jacobina. 18 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

\_\_\_\_\_. Abertura. In: ALMEIDA, Maria da Conceição de; CARVALHO, Edgard de Assis; CASTRO, Gustavo de. (Org.). *Ensaio de Complexidade*. Porto Alegre: Sulina, 1997.

\_\_\_\_\_. *Ciência com consciência*. 8 ed. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2005.

\_\_\_\_\_. *O método 6: ética*. Tradução Juremir Machado da Silva. 4. ed. Porto Alegre: Sulina, 2011.

MOYANO, M.; MORESTO, H.; BLANCO, J.; RASADELLA, M.; CABALLERO, A. (1993) Baseline studies of coastal pollution by heavy metals, oil and PAH in Montevideo. *Marine Pollution Bulletin*, v. 26, p. 461-464.

MOZETO, A. A.; UMBUZEIRO, G. A.; JARDIM, W. F. (2006). Métodos de coleta, análise físico-química e ensaios biológicos e ecotoxicológicos de sedimentos de água doce. São Carlos, 2006.

MUNIZ, P.; PIRES-VANIN, A. M. S.; MARTINS, C. C.; MONTONE, R. C.; BÍCEGO, M. C. Trace metals and organic compounds in the benthic environment of a subtropical embayment (Ubatuba Bay, Brazil). *Marine Pollution Bulletin*, v. 52, p. 1090-1117, 2006.

MURI, G.; WAKEHAM, S.G. Organic matter and lipids in sediments of Lake Bled (NW Slovenia): Source and effect of anoxic and oxic depositional regimes. *Organic Geochemistry*, v. 37, n.12, p.1664-1679, 2006.

NASCIMENTO, L.K.S. Geografia, Turismo e Meio Ambiente: Uma Nova Face do Litoral dos Municípios de Extremoz e Ceará-Mirim/RN. 2008. 114 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

NEFF, J. M.; Polycyclic aromatic hydrocarbons in the aquatic environment: Sources, fates and biological effects. Applied Science Publishers, p. 262. London, UK. 1979.

,\_\_\_\_\_. Bioaccumulation in marine organisms: effect of contaminants from oil well produced water: [S.I]: Elsevier. 2002.

NEPSTAD, D. C.; CARVALHO, G. O.; BARROS, A. C.; ALENCAR, A.; CAPOBIANCO, J. P.; BISHOP, J.; MOUTINHO, P.; LEFEBVRE, P. A.; SILVA, U. L.; PRINS, E. Road paving, fire regime feedbacks, and the future of Amazon forests, *Forest Ecology and Management*, v. 154, p. 395- 407, 2001.

NICHOLS, P.D.; LEEMING, R.; RAYNER, M.S.; LATHAM, V. Use of capillary gas chromatography for measuring fecal-derived sterols - application to stormwater, the sea surface microlayer, beach greases, regional studies and distinguishing algal blooms and human and non-human sources of sewage pollution. *Journal of Chromatography*, v. 733, p.497-509, 1996.

NISHIGIMA, F.N.; WEBER, R.R.; BÍCEGO, M.C. Aliphatic and aromatic hydrocarbons in sediments of Santos and Cananéia, SP, Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, v. 42, p. 1064–1072, 2001.

NISHIMURA, M. 5b-isomers of stanols and stanones as potential markers of sedimentary organic quality and depositional paleoenvironments. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v.46, p.423-432, 1982.

NISHIMURA, M.; KOYAMA, T. The occurrence of stanols in various living organisms and the behavior of sterols in contemporary sediments. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v. 41, p.379-385, 1977.

NOAA. 2002. Environmental sensitivity index guidelines. NOAA, Seattle, Version 3.0, 89 pp.

NOLLER, J.S. Lead-210 geochronology. In: AGU Reference Shelf. São Francisco: American Geosciences Union, v.4, p. 115-120, 2000.

NRC (National Research Council). *Oil in the sea III. Inputs, facts and effects*. National Academy Press. Washington, D. C. p.265, 2003.

OLIVEIRA, A. K. P.; SOUZA C. S. Despoluição do manguezal: Sistematização de um projeto de intervenção no estuário do Rio Potengi. Natal: Revista FARN, v. 1, p. 27–36, 2002.

OLIVEIRA, A.M.; KJERFVE, B. Environmental responses of a tropical coastal lagoon system to hydrological variability: Mundaú-Manguaba, Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v.37, p.575-591, 1993.

OLIVEIRA, C. A. F. Diagnóstico sobre o turismo e uso público nas unidades de conservação federais do extremo sul da Bahia. Bahia: Relatório elaborado pela Gaia Consultoria e apresentado à Conservação Internacional Brasil, 2014.

OLIVEIRA, R. G.; TOGNELLA, M. M. P. Processo de colonização do manguezal do rio Tavares por análise da estrutura de diferentes bosques. *Brazilian Journal of Aquatic Science Technology*, v. 18, n. 1, p. 9-18, 2014.

OMS. Catalogue of health indicators. Geneva-World Health Organization, 117 p., 1996.

PAGE, D.S.; BOEHM, P.D.; DOUGLAS, G.S.; BENCE, A.E.; BURNS, W.A.; MANKIEWICZ, P.M. Petroleum sources in the Western Gulf of Alaska / Shelikoff area. *Marine Pollution Bulletin*, v. 36, p.1004-1012, 1998.

PAGE, D.S.; BOEHM, P.D.; DOUGLAS, G.S.; BENCE, A.E.; BURNS, W.A.; MANKIEWICZ, P.J. Pyrogenic Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in sediments record past human activity: A case study in Prince William Sound, Alaska. *Marine Pollution Bulletin*, v. 38, p. 247-266, 1999.

PALLETO, V.M.; COMMENDATORE, M.G.; ESTEVES, J.L. Hydrocarbon levels in sediments and bivalve mollusks from Bahia Nueva (Patagonia, Argentina): An assessment of probable origin and bioaccumulation factors. *Marine Pollution Bulletin*, v. 56, p. 2082-2105, 2008.

PEDENTCHOUK, N.; SUMNER, W.; TIPPLE, B.; PAGANI, M. delta C-13 and delta D compositions of n-alkanes from modern angiosperms and conifers: An experimental set up in central Washington State, USA. *Organic Geochemistry*, v. 39, p. 1066-1071, 2008.

PELUSO JUNIOR, V. A. Estudos de geografia urbana de Santa Catarina. Florianópolis: Secretaria de Estado da Cultura e do Esporte/Editora da UFSC, 1991.

PENG, X.; ZHANG, G.; MAI, B.; MIN, Y.; WANG, Z. Spatial and temporal trend of sewage pollution indicated by coprostanol in Maco Estuary, southern China. *Marine Pollution Bulletin*, v.45, p.295-299, 2002.

PEZZUTO, P.R.; SOUZA, D.S. A pesca e o manejo do berbigão (*Anomalocardia brasiliiana*) (Bivalvia: Veneridae) na Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé, SC, Brasil. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v.34, p. 169-189, 2015.

PIAGET, J. (1988). *Para onde vai a educação?* (10ª ed.). Rio de Janeiro: José Olympio Editora.

PIERUCCI, A. F. O Desencantamento do mundo: Todos os passos do conceito em Max Weber. São Paulo: 34, 2003.

PMHIS. PLANO MUNICIPAL DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL. Inserção Regional e Caracterização do Município. Secretaria Municipal de Habitação e Saneamento Ambiental. 95p., 2009.

PORTO, M. M.; TEIXEIRA, S. G. Portos e Meio Ambiente. São Paulo: Aduaneiras, 2002.

POWELL, T.G. Pristane/Phytane ratio as environmental indicator. *Nature*, v. 333, p. 604, 1988.

POYNTER, J. G.; FARRIMOND, P.; ROBINSON, N.; EGLINTON, G. Aeolian-derived higher plant lipids in the marine sedimentary Record: links with paleoclimate. In: LEINEN, M.; SARNTHEIN, M. Paleoclimatology and paleometeorology: modern and past patterns of global atmospheric transport. Dordrecht: KluwerAcademic, 1989. p. 435-462.

PROST, M.T.; MENDES, A.C.; FAURE, J. F.; BERREDO, J.F.; SALES, M.E.C.; FURTADO, L.G.; SILVA, M.G.S.; SILVA, C.A.; NASCIMENTO, I.; GORAYEB, I.; SECCO, M.F.V.; LUZ, L.M. 2001. Manguezais e estuários da costa paraense: exemplo de estudo multidisciplinar integrado (Marapanim e São Caetano de Odivelas). In: M. T. PROST & A. C. MENDES: Ecossistemas Costeiros: Impactos e Gestão Ambiental: 75-87. Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém.

QUARESMA, V.S. Caracterização da dinâmica sedimentar da Baía de Guanabara, RJ. Dissertação de Mestrado, LAGEMAR, Universidade Federal Fluminense, 97pp, 1997.

QUEIROZ, T. A. N. A produção do espaço urbano de Natal-RN: algumas considerações sobre as políticas públicas. *Observatorium*, v. 2, p. 2-16, 2010.

RAMDINE, G.; FICHE, T.D.; LOUIS, M.; LEMOINE, S. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in surface sediment and oysters (*Crassostrea rhizophorae*) from mangrove of Guadeloupe: levels, bioavailability and effects. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 79, p. 80–89, 2012.

RAMOS, A. B. A. Presença e Tipologia de HPAs em moluscos bivalves de Santa Catarina e Rio de Janeiro, Brasil. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Oceanografia, 144 p., 2016.

\_\_\_\_\_. FARIAS, C. O.; HAMACHER, C.; ARAUJO, M. P. Assessment of PAHs occurrence and distribution in brown mussels (*Perna perna* Linnaeus 1758) subject to different levels of contamination in Brazil. *Regional Studies in Marine Science*, v. 14, p. 145-151, 2017.

RAMPEN, S. W.; ABBAS, B. A.; SCHOUTEN S.; SINNINGHE J. S. A comprehensive study of sterols in marine diatoms (Bacillariophyta): implications for their use as tracers for diatom productivity. *Limnol. Oceanogr.*, v.55, p. 91–105, 2010.

RANAURO, M. L. Levantamento Socioeconômico e Cultural da área proposta para criação da Unidade de Conservação de Uso Sustentável do Cassurubá e de seu entorno. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 115 p. 2004.

RANJAN, R.K.; ROUTH, J.; RAMANATHAN, A.L. Bulk organic matter characteristics in the Pichavaram mangrove-estuarine complex, south-eastern India. *Applied Geochemistry*, v. 25, p. 1176-1186, 2010.

\_\_\_\_\_.; ROUTH, J.; RAMANATHAN, A.L.; KLUMP, J.V. Elemental and stable isotope records of organic matter input and its fate in the Pichavaram mangrove-estuarine sediments (Tamil Nadu, India). *Marine Chemistry*, v. 126, p. 163-172, 2011.

\_\_\_\_\_.; ROUTH, J.; RAMANATHAN, A.L.; KLUMP, J.V. Polycyclic aromatic hydrocarbon fingerprints in the Pichavaram mangrove–estuarine sediments, southeastern India. *Organic Geochemistry*, v. 53, p. 88–94, 2012.

READMAN, J. W.; FILLMANN, G.; TOLOSA, I.; VILLENEUVE, J.-P.; CATINNI, C.; MEE, L.D. Petroleum an PAH contamination in the Black Sea. *Marine Pollution Bulletin*, v. 44, p. 48-62, 2002.

REIS, A. F. Permanências e transformações no espaço costeiro: formas e processos de crescimento urbano-turístico na Ilha de Santa Catarina. Tese de doutorado – USP, São Paulo, p. 287, 2002.

RIBAS, L. C. C. (ORG.) A Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé: Sujeitos, memórias e saberes etnobiológicos. Florianópolis, Publicação do IFSC, 2014. 168 p.

RICHARD, E.C; HAMACHER, C.; FARIAS, C.; DORE, MP.; RIBEIRO, N.C.M.; ARAÚJO, M.P.; MARTINHO, P.F.; GODOY, J.M.; CARREIRA, R.S. Historical Evolution of Organic Matter Accumulation in a Coastal Bay in the SW Atlantic, Brazil: Use of Sterols and *n*-Alcohols as Molecular Markers. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, v. 25, n. 8, 1380-1390, 2014.

RIVERA, D. S. B. Conhecimento tradicional como instrumento para conservação e manejo do caranguejo uçá *ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) na reserva extrativista marinha de São João Da Ponta - Pará / Danielle Santa Brígida Rivera. --- Manaus: [s.n.], 2015. xii, 100 f. : il. color. Dissertação (Mestrado) --- INPA, Manaus, 2015

ROBBINS, J. A. Geochemical and geophysical applications of radioactive lead, in. Nriagu, J O, ed, '1 he biogeochemistry of lead in the environment, Part A: Arnsterdanr, Elsevier, p 285-393, 1978,

\_\_\_\_\_.; EDGINGTON, D.N. Determination of recent sedimentation rates in Lake Michigan using Pb-210 and Cs-137. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v. 39, p.285-304, 1975.

RUFINO, G. D. *Proteção jurídica do litoral: O caso dos mangues brasileiros*. Florianópolis, SC. 1981.

RUIZ-FERNANDES, A. C.; HILLARE-MARCIEL, C.; PÁEZ-OSUNA, F.; GHALEB, B.; CABALLERO, M. <sup>210</sup>Pb chronology and trace metal geochemistry at Los Tuxtlas, Mexico as evidenced by a sedimentary Record from the Lago Verde crater lake. *Quaternary Research*, v. 67, n. 2, p. 181-192, 2007.

RUIZ-FERNANDES, A.C.; HILLARE-MARCIEL, C.; PÁEZ-OSUNA, F.; GHALEB, B.; CABALLERO, M. <sup>210</sup>Pb chronology and trace metal geochemistry at Los Tuxtlas, Mexico as evidenced by a sedimentary Record from the Lago Verde crater lake. *Quaternary Research*, v. 67, n. 2, p. 181-192, 2007.

SACHSE, D., BILLAULT, I., BOWEN, G. J., CHIKARAISHI, Y., DAWSON, T. E., FEAKINS, S. J. (2012). Molecular paleohydrology: interpreting the hydrogen-isotopic composition of lipid biomarkers from photosynthesizing organisms. *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.* 40, 221–249. doi: 10.1146/annurev-earth-042711-105535.

SAENGER, P.; SNEDAKER, S. C. (1993). Pantropical trends in mangrove above-ground biomass and annual litterfall. *Ecologia*, *Ecologia* v. 96, p. 293-299.

SAKARI, M.; ZAKARIA, M. P.; JUNOS, M. B.; ANNUAR, N. A; YAN, Y. H.; SIN, H. Y.; ZAINUDDIN, S. M. H. S.; LEONG, C. K. 2008a. Spatial distribution of petroleum hydrocarbon in sediments of major rivers from east coast of peninsular Malaysia. *Coast. Mar. Sci.* 32: 1–10.

SALIOT, A. Marine organic biogeochemistry. *Oceanis*, v.20, n.1-2, p.1-197,1994.

\_\_\_\_\_. Natural hydrocarbons in sea water. In: Duursma EK, Dawson R (eds) *Marine organic chemistry*. Elsevier Oceanography Ser No31, Amsterdam, The Netherlands, pp 327–374, 1981.

\_\_\_\_\_.; LAUREILLARD, J.; SCRIBE, P.; SICRE, M.A. Evolutionary trends in the lipid biomarker approach for investigating the biogeochemistry of organic matter in the marine environment. *Marine Chemistry*, v. 36, p.233-248, 1991.

\_\_\_\_\_.; PARRISH, C.C.; SADOUNI, N.; BOULOUBASSI, I.; FILLAUX, J.; CAUWET, G. Transport and fate of Danube Delta terrestrial organic matter in the Northwest Black Sea mixing zone. *Marine Chemistry*, v. 79, p.242-259, 2002.

SALOMÃO, I. C. Influências do positivismo na formação do pensamento desenvolvimentista brasileiro. *Revista Econômica*, v. 18, n. 1, p. 1-16, 2016.

SANCHEZ-CABEZA J. A., RUIZ-FERNÁNDEZ A. C., ONTIVEROS CUADRAS J. F., PÉREZ BERNAL L. H. Monte Carlo uncertainty calculation of  $^{210}\text{Pb}$  sediment dating chronologies and accumulation rates. *Quaternary Geochronology*, v. 23, p.: 80–93, 2014.

SANDERS, C. J.; SMOAK, J. M.; NAIDU, A. S.; PATCHINEELAM, S. R. Recent sediment accumulation in a mangrove forest and its relevance to local sea level rise (Ilha Grande, Brazil). *J. coast. Res.*, v. 24, n. 2, p. 533-536, 2008.

SANTOS JÚNIOR, J.A.; AMARAL, R.S.; SILVA, C.M.; MENEZES, R.S.C.; BEZERRA, J.D. Estudo comparativo entre os detectores HPGe e NaI(Tl) na determinação de  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$  e  $^{40}\text{K}$  em amostras de solo. *Scientia Plena*, v. 5, n. 4, p. 1-16, 2009.

SANTOS, A. L. S.; PEREIRA, E. C. G.; ANDRADE, L. H. C. A agroindústria canavieira e o ambiente: novos cenários econômicos que influenciaram o setor em Alagoas. *Economia política do desenvolvimento*, Maceió, vol. 1, n. 6, p. 111-131, 2009.

\_\_\_\_\_.; PEREIRA, E. C. G.; ANDRADE, L. H. C. A expansão da cana-de-açúcar no espaço alagoano e suas conseqüências sobre o meio ambiente e a identidade cultural. *Campo-território: revista de geografia agrária*, v.2, n.4, p.19-37, 2007.

SANTOS, B. de S. *Conhecimento prudente para uma vida decente. "Um discurso sobre as ciências" revisitado*. 2 ed. São Paulo, Cortez, 2006.

SANTOS, M. *A Urbanização Brasileira*. 3ª ed. São Paulo: Hucitec, 1996.

SANTOS, M. *Economia Espacial: Crítica e Alternativas*. 2ª ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2003.

\_\_\_\_\_. Fluxos Migratórios no Sul da Bahia: da Realidade Identitária do Cacau à Realidade do Ensino Superior. Tese de doutorado. Pós-Graduação de Ciências Sociais em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade, 195p., 2013.

SANTOS, O. C. O.; ALVES, C. R. M.; MACHADO, I. C. Clima In: Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro. Macrozoneamento Costeiro do Estado do Pará. Relatório Técnico Convênio 077/91. Belém. IBAMA/SECTAM/IDESP, p.68-76, 1991.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Los manglares de la costa brasileña. II. Los manglares de Santa Catarina. Informe Técnico preparado para la Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para America Latina y el Caribe de UNESCO y la Universidad Federal de Santa Catarina. 1981.

\_\_\_\_\_.; CINTRÓN, G., 1986, Guia para estudo de áreas de manguezal. Estrutura, função e flora. *Caribbean Ecological Research*, São Paulo, 150p.

\_\_\_\_\_.; CINTRÓN-MOLERO, G.; ADAIME, R. R., Variability of mangrove ecosystems along the brazilian coast. *Estuar.*, v. 13, n. 2, p. 204-218, 1990.

\_\_\_\_\_.; CINTRÓN-MOLERO, G.; SOARES, M. L. G.; DE-ROSA, T. Brazilian mangroves. *Aquatic Ecosystem Health and Management Amsterdam*, v. 3, p. 561-570, 2000.

SCHETTINI, C.A.F.; MIRANDA, L.B. Circulation and suspended particulate matter transport in a tidally dominated estuary: Caravelas Estuary, Bahia, Brazil. *Brazilian Journal Oceanography*, v. 58, n.1, p. 1-11, 2010.

SEBRAE/SC — Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – Santa Catarina. Santa Catarina em números. Florianópolis, p. 123, 2010.

SEBRAE/SC Santa Catarina em Números: pesca e aquicultura / Sebrae/SC. -- Florianópolis: Sebrae/SC, 2010. 57p.

SEGUEL, C.G.; MUDGE, S.M.; SALGADO, C.S.; TOLEDO, M. Tracing sewage in the marine environment: altered signatures in Concepción Bay, Chile. *Water Research*, v. 35, n. 17, p.4166-4174, 2001.

SEMARH/AL – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos de Alagoas. Relatório de Gestão 2007-2014. Disponível on-line: <http://www.semarh.al.gov.br/>. Acessado em: 27 de outubro de 2016.

SENNA, C. S. F. Mudanças da Paleovegetação e dos Paleoambientes Holocênicos da Planície Costeira da Região Nordeste do Estado do Pará, entre as Baías de Marapanim e Maracanã. Universidade do Amazonas/Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Tese de doutorado, Manaus, 115 p. 2002.

SEPLAG/AL. Secretaria de Planejamento, Gestão e Patrimônio.. (%) área ocupada por cana-de-açúcar-2013. Alagoas em mapas. 2015. Disponível em: <http://dados.al.gov.br/dataset/23bf502d-e3db-48d8-8d1b-06ee4f691bd7/resource/0d3a0f98-be57-4e1c-aaca-dfd58a0ef2d8/download/>

SHAW, P.M.; JOHNS, R.B. The identification of organic input sources of sediments from the Santa Catalina Basin using factor analysis. *Organic Geochemistry*, v. 10, p. 951-958, 1986.

SILLIMAN, J. E.; P. A. MEYERS & B. J. EADIE. 1998. Perylene: an indicator of alteration processes or precursor materials? *Org. Geochem.*, 29: 1737-1744

SILVA, C. A. R.; OLIVEIRA, S. R.; RÊGO, R. D. P.; MOZETO, A. A. Dynamics of phosphorus and nitrogen through litter fall and decomposition in a tropical mangrove forest. *Marine Environmental Research*, v. 64, n. 4, p.524–534, 2007.

SILVA, C. A.; MADUREIRA, L.A.S. Source correlation of biomarkers in a mangrove ecosystem on Santa Catarina Island in southern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 84, p.245-261, 2012.

SILVA, D. A. M.; BÍCEGO, M. C.. 2010. Polycyclic aromatic hydrocarbons and petroleum biomarkers in São Sebastião Channel, Brazil: assessment of petroleum contamination. *Mar. Environ. Res.*, 69: 277-286.

SILVA, D. F.; SOUZA, F. A. S. Tópicos para minimização de impactos e conflitos ambientais do complexo estuário-lagunar Mundaú-Manguaba /AL. *Qualit@s Revista Eletrônica*, v.8, n.2, p. 1-20, 2009.

SILVA, K. O. Dinâmica econômica do Rio Grande do Norte e o panorama urbano de Natal no século XIX. *Revista Sertões*, v. 2, n.1, p. 95-107, 2012.

SILVA, T. R.; LOPES, S. R. P.; SPORL, G.; KNOPPERS, B. A.; AZEVEDO, D. A. Evaluation of anthropogenic inputs of hydrocarbons in sediment cores from a tropical Brazilian estuarine system. *Microchemical Journal*, v.109, p.178-188, 2013.

SIMONEIT B. R. T. Biomass burning- a review of organic tracers for smoke from incomplete combustion. *Applied Geochemistry*, v. 17, n. 3, p.129–162, 2002.

SIMONEIT, B. R. T. Hydrothermal alteration of organic matter in marine and terrestrial systems. In: *Organic Geochemistry – Principles and Applications* (M. H. Engel and S. A. Macko, eds. Topics in Geobiology 11, Plenum Press, New York, p. 397-418, 1993.

SIMONEIT, B.R.T. Organic matter of the troposphere III: Characterization and sources of petroleum and pyrogenic residues in aerosols over the western United States. *Atmospheric Environment*, v. 18, p. 51-67, 1984.

SIMONEIT, B.R.T. Cyclic terpenoids of the geosphere. In: JohnsRB, ed.. *Biological markers in the sedimentary record*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers. p 43–99, 1986.

SIMONEIT, B.R.T.; MAZUREK, M.A. Organic matter in the troposphere II: Natural background of biogenic lipid matter in aerosols over the rural western United States. *Atmospheric Environment*, v. 16, p. 2139-2159, 1982.

SMITH, R.M., MARTIN-SMITH, M., 1978b. Hydrocarbons in leaf waxes of *Saccharum* and related genera. *Phytochemistry* 17, 1293–1296. Taylor, A.K., 2000. From raw sugar to raw materials. *Chem. Innovation*, November 45–48.

SMOLENTZOV, V. M. N. A religação das ciências. *Avesso do Avesso* (Araçatuba) , FAC - FEA, v. 2, n.2, p. 69-74, 2004.

SOARES, I.A. Análise da degradação ambiental das áreas de preservação permanente localizadas no estuário do Rio Ceará-Mirim/RN. Dissertação de mestrado, Natal, 95p., 2010.

SOARES, M. L. G. Estudo da biomassa aérea de manguezais do sudeste do Brasil – análise de modelos. Instituto Oceanográfico, USP. Tese de Doutorado. 2 volumes. 1997.

\_\_\_\_\_.; CHAVES, F.O.; CORRÊA, F.M.; SILVA JR., C.M.G. Diversidade estrutural de bosques de mangue e sua relação com distúrbios de origem antrópica: o caso da Baía de Guanabara (Rio de Janeiro). *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ*, v. 26, p. 101-116, 2003.

\_\_\_\_\_.; CHAVES, F.O.; ESTRADA, G.C.D.; CAVALCANTE, V.F.; PORTUGAL, A.M.M.; BARBOSA, B. Caracterização das florestas de mangue do complexo estuarino de Caravelas (Bahia, Brasil). *Boletim Técnico Científico*, v. 16, n.5, p.23-41, 2008.

\_\_\_\_\_.; SILVA JR., C. M. G.; CAVALCANTI, V. F.; ALMEIDA, P. M. M.; MONTEIRO, A.S.; CHAVES, F. O.; DUQUE ESTRADA, G.C.; BARBOSA, B. Regeneração de floresta de mangue atingida por óleo na baía de Guanabara (Rio de Janeiro, Brasil): Resultados de 5 anos de monitoramento. *Geochimica Brasiliensis*, v.20, n-1, p. 54-77, 2006.

\_\_\_\_\_.; ESTRADA, G. C. D.; FERNANDEZ, V.; TOGNELLA, M. M. P. Southern limit of the Western South Atlantic mangrove: Assessment of the potential effects of global warming from a biogeographic perspective. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 101, p. 44-53, 2012.

SOBRINHO, T. R. G. Classificação climática de Caravelas BA. Faculdade de Teixeira de Freitas. Teixeira de Freitas, 20 p, 2008.

SOUZA, C. T. A variação secular das concentrações de elementos maiores e traços no sistema estuarino lagunar do Roteiro, litoral sul de Alagoas-Brasil. Dissertação de mestrado, Recife-PE, p. 112, 2010.

SOUZA, J. C. O. Estudo dos Geossistemas na Bacia Hidrográfica do Rio São Miguel - Alagoas: Interpretação de Paisagens em Ambientes Antropo-Naturais. *Revista Equador*, v. 4, p. 480-488, 2015.

SOUZA, J. L.; MOURA FILHO, G.; LYRA, R. F. F; TEODORO, I.; SANTOS, E. A.; SILVA, J. L.; SILVA, P. R. T.; CARDIM, A. H.; AMORIN, E. C. Análise da Precipitação Pluvial e Temperatura do Ar na Região do Tabuleiro Costeiro de Maceió, AL. Período 1972 - 2001. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v. 12, n.1, p. 131 - 141, 2004.

SOUZA, M. L. D. R.; FALKENBERG, D. B.; AMARAL, L. G.; FRONZA, M. Fitossociologia do manguezal do Rio Tavares (Ilha de Santa Catarina, SC – Brasil). *Insula*, v. 23, p.99-119, 1994.

SOUZA, S. O. Geotecnologias aplicadas à análise espaçotemporal do uso e da ocupação da terra na planície costeira de Caravelas (BA). *Boletim Goiano de Geografia*, v. 35, n. 1, pp. 71-89, 2015.

\_\_\_\_\_. Vulnerabilidade ambiental da planície costeira de Caravelas (Bahia): uma proposta geossistêmica. Dissertação (Mestrado em Geografia, Vitória-ES), p. 137, 2013.

\_\_\_\_\_.; MENDONÇA, E. M. S.. Tópicos sobre a ocupação litorânea brasileira: O caso do Extremo sul baiano. Artigo Anais do IIº Seminário Espaços Costeiros 2013. Disponível em: >>[http://www.costeiros.ufba.br/Anais%202013/Eixo2/2.05\\_T\\_Topicos\\_SOUZA](http://www.costeiros.ufba.br/Anais%202013/Eixo2/2.05_T_Topicos_SOUZA), S. O.; SOUZA, G.T., REIS, L. S. A ferrovia do adeus: um estudo sobre a estrada de ferro bahia – minas gerais (brasil).

\_\_\_\_\_.; VALE, C. C. Vulnerabilidade ambiental da planície costeira de Caravelas (BA) como subsídio ao ordenamento ambiental. *Sociedade & Natureza*, v. 28, n.1, p. 147-159, 2016.

SOUZA-FILHO, P. W. M. Costa de Manguezais de Macromaré da Amazônia: cenários morfológicos, mapeamento e quantificação de áreas usando dados de sensores remotos. *Revista Brasileira de Geofísica*, v. 23, n. 4, p. 427-435, 2005.

SPALDING, M.; BLASCO, F.; FIELD, C. World Mangrove Atlas. The International Society for Mangrove Ecosystems, Okinawa, Japan. 178pp, 1997.

SPALDING, M.; KAINUMA, M.; COLLINS, L. World Atlas of Mangroves. ITTO, ISME, FAO, UNEP-WCMC, UNESCO-MAB and UNU-INWEH. Earthscan Publishers Ltd. London. 2010

STEIN, R. Accumulation of organic carbon in marine sediments. *Lecture Notes in Earth Sciences*. Berlin: Springer-Verlag, v.34. 1991. 217 p.

STEINHAUER, M.S.; BOEHM, P.D. The composition and distribution of saturated and aromatic hydrocarbons in nearshore sediments, river sediments, and coastal peat of Alaska Beaufort Sea: implications for detecting anthropogenic hydrocarbons input. *Marine Environmental Research*, v. 33, p. 223-253, 1992.

STEINHAUER, M.S.; CRECELIUS, E.; STEINHAUER, W. Temporal and spatial changes in the concentrations of hydrocarbons and trace metals in the vicinity of an offshore oil-production platform. *Marine Environment Research*, v. 53, p. 1045-1050, 1994.

STUMM, W.; MORGAN, J.J. Aquatic chemistry: an introduction emphasizing chemical equilibria in natural waters. *Wiley-Interscience*, p.780, 1981.

SUGUIO, K. 1973. Introdução a sedimentologia. São Paulo. Ed. Edgard Blucher. EDUSP, 317 p.

TABACOW, J. W. Análise da fragmentação da paisagem na Ilha de Santa Catarina – SC: uma aproximação por geoprocessamento. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro/Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza/Instituto de Geociências, 2002.

TAKADA, H.; EGANHOUSE, R.P. Molecular markers of anthropogenic waste. In: R. A. Meyers (Ed.). **Encyclopedia of Environmental Analysis and Remediation**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1998. Molecular markers of anthropogenic waste, p.2883-2940

TAKADA, H.; SATOH, F.; BOTHNER, M.H.; TRIPP, B.W.; JOHNSON, C.G.; FARRINGTON, J.W. Anthropogenic molecular markers: tools to identify the sources and transport pathways of pollutants. In: R. P. Eganhouse (Ed.). **Molecular markers in environmental geochemistry**. Washington: American Chemical Society, 1997. Anthropogenic molecular markers: tools to identify the sources and transport pathways of pollutants, p.178-195. (ACS Symposium Series n. 671)

TAM, N. F. Y.; KE, L.; XANG, X.H.; WONG, Y.S. (2001) – Contamination of PAH in surface sediments of mangroves swamps – *Environmental Pollution* 114, 255 – 263.

TAM, N.F.Y; KE, L.; WANG, X.H.; WONG, Y.S. Contamination of polycyclic aromatic hydrocarbons in surface sediments of mangrove swamps. *Environmental Pollution*, v. 114, p. 255-263, 2001.

TAMANO, L. T. O.; ARAUJO, D. M. LIMA, B. B. C. SILVA, F. N. F.; SILVA, J. Socioeconomia e saúde dos pescadores de *Mytella falcata* da Lagoa Mundaú, Maceió-AL. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Hum.*, Belém, v. 10, n. 3, p. 699-710, 2015.

TAVARES, J. L.; CALADO, A. L. A.; FONTES, F. C. Estudos iniciais para uso do índice TRIX para análise do nível de eutrofização no estuário do Rio Potengi – Natal – RN – Brasil. *Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, Desarrollo y Práctica*, v. 7, n. 3, p. 297-308, 2014.

TAVARES, M.G.C. A Formação Territorial do Espaço Paraense: Dos Fortes à criação de Municípios. *Boa Vista: Acta Geográfica*, n. 2, p. 59-83, 2008.

TEIXEIRA, A. A universidade de ontem e de hoje. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*. Rio de Janeiro, v.42, n.95, jul./set. 1964. p.27-47.

TEIXEIRA, M. de O. Humor, ciência e política em Isabelle Stengers. **Hist. cienc. saude-Manguinhos**, Rio de Janeiro , v. 11, n. 2, p. 435-440, 2004 .

THOUMELIN, G.; BODINEAU, L.; WARTEL, M. Origin and transport of organic matter across the Seine estuary: fatty acid and sterol variations. *Marine Chemistry*, v. 58, p. 59-71, 1997.

TIAN, Y.; LIU, H.J.; ZHENG, T.L.; KWON, K. K.; KIM, S.J.; YAN, C.L. PAHs contamination and bacterial communities in mangrove surface sediments of the Jiulong River Estuary, China. *Marine Pollution Bulletin*, v. 57, p.707-715, 2008b.

TIAN, Y.; YUAN-RONG, L.; TIAN-LING, Z.; LI-ZHE, C.; XIAO-XING, C.; CHONG-LING, Y. Contamination and potential biodegradation of polycyclic aromatic hydrocarbons in mangrove sediments of Xiamen, China. *Marine Pollution Bulletin*, v. 56, p. 1184–1191, 2008a.

TIPPLE, B. J. & PAGANI, M., 2013, Environmental control on easter broadleaf forest species' leaf wax distributions and D/H ratios: *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v. 111, p. 64-77.

TOLOSA, I., BAYONA, J.M., ALBAIGES, J., 1996. Aliphatic and polycyclic aromatic hydrocarbons and sulfúfur oxygen derivatives in Northwestern Mediterranean sediments: spatial and temporal variability, fluxes and budgets. *Environ. Sci. Technol.* v. 30, 2495–2503.

\_\_\_\_\_.; MORA, S.; SHEIKHOESLAMI, M.R.; VILLENEUVE, J.P.; BARTOCCI, J.; CATTINI, C. Aliphatic and aromatic hydrocarbons in coastal Caspian Sea sediments. *Marine Pollution Bulletin*, v. 48, p. 44-60, 2004.

TOMLINSON, P. B. The botany of mangroves. Cambridge: Cambridge University Press. 413 p. 1986.

TRAGTENBERG, MAURÍCIO Sobre educação, política e sindicalismo. São Paulo: Editora Unesp, 2004.

TRINDADE, L.C. Os manguezais da Ilha de Santa Catarina frente à antropização da paisagem. Dissertação de mestrado – UFSC. Florianópolis, p. 223, 2009.HERZ, R. 1991. Manguezais do Brasil. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, São Paulo .

TWILLEY, R. R., 1995, Properties of mangrove ecosystems related to the energy signature of coastal environments, pp. 43-61. *In: C. Hall (ed.), Maximum power*, University of Colorado Press, Boulder, Colorado.

UNEP. Draft Global Programme of Action to Protect the Marine Environment from Land-based Activities. Meeting of government-designated experts to review and revise a global programme of action to protect the marine environment from land-based activities. Washington DC, 1991.

VAEZZADEH, V.; ZAKARIA, M.P.; SHAU-HWAI, A.T.; IBRAHIM, Z.Z.; MUSTAFA, S.; ABOOTALEBI JAHROMI, F.; MASOOD, N.; MAGAM, S.M.; ALKHADHER, S.A.A. . Forensic investigation of aliphatic hydrocarbons in the sediments from selected mangrove ecosystems in the west coast of Peninsular Malaysia. *Marine Pollution Bulletin*, v. 100, p. 311-320, 2015.

VALIELA, I.; BOWEN, J.L.; YORK, J.K. Mangrove forests: One of the world's threatened major tropical environments. *BioScience*, v. 51, p. 807-815, 2001.

VELLOZO, T. G.; ALVES, A. R. Características gerais do fenômeno da maré no Brasil. Anais Hidrográficos da Diretoria de Hidrografia e Navegação , Tomo LXI, 2006.

VENKATESAN, M.I.; KAPLAN, I.R. Distribution and transport of hydrocarbons in surface sediments of the Alaskan outer continental shelf. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v. 46, p. 2135-2149, 1982.

VENTURINI, N.; MUNIZ, P.; BÍCEGO, M. C.; MARTINS, C. C.; TOMMASI, L. R. (2008) Petroleum contamination impact on macrobenthic communities under the influence of an oil refinery: integrating chemical and biological multivariate data. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 78, p. 457-467.

VIANELLO, R.L.; ALVES, A.R. Meteorologia básica e aplicada. Viçosa: UFV, p. 449, 2000.

VIEIRA, P. F. Gestão patrimonial de recursos naturais: construindo o ecodesenvolvimento em regiões litorâneas. In: CAVALCANTI, Clóvis. Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável. São Paulo: Cortez, 1998. p. 293-322.

VILAR, T.C.; TENÓRIO, D.O.; FEITOSA, F.A.N. Criação experimental da ostra-do-mangue *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) em barra de São Miguel, Alagoas. *Tropical Oceanography*, v. 40, n. 2, p. 296-308, 2012.

VILELA, A.; SUZIGAN, W. Política do Governo e crescimento da economia brasileira 1889 - 1945, IPEA, Série Monografias, n. 10, 1973.

VILLELA, V. R. Contaminação por coliformes fecais das águas do complexo estuarino Mundaú-Manguaba, Macéio, Alagoas-Brasil. *Boletim de Estudos de Ciências do Mar, UFAL*, v.10, p.163-173, 1998.

VOLKMAN, J. K. Lipid Markers for Marine Organic Matter. *Handbook Environmental Chemistry*, 2, 27-70. 2006.

\_\_\_\_\_.; HOLDSWORTH, D. G.; NEIL, G. P.; BAVOR, H. J. (identification of natural, anthropogenic and petroleum hydrocarbons in aquatic sediments. *The Science of the Total Environment*, v.112, p. 203-219, 1992.

\_\_\_\_\_.; BARRET, S.M.; BLACKBURN, S.I.; MANSOUR, M.P.; SIKES, E.L.; GELIN, F. Microalgal biomarkers: a review of recent research developments. *Organic Geochemistry*, v. 29, n. 5-7, p.1163-1179, 1998.

\_\_\_\_\_.; BARRET, S.M.; DUNSTAN, G.A.; JEFFREY, S.W. Sterol biomarkers for microalgae from the green algal class Prasinophyceae. *Organic Geochemistry*, v. 21, n. 12, p.1211-1218, 1994.

\_\_\_\_\_.; HOLDSWORTH, G.D.; NEILL, G.P.; BAVOR Jr., J.H. Identification of natural, anthropogenic and petroleum hydrocarbons in aquatic sediments. *Science of Total Environment*, v. 112, p. 203-219, 1992.

\_\_\_\_\_.; JOHNS, R.B.; GILLAN, F.T.; PERRY, G.J.; BAVOR Jr., H.J. Microbial lipids of an intertidal sediment – I. Fatty acids and hydrocarbons. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v. 44, p. 1133-1143, 1980.

\_\_\_\_\_.; REVILL, A.T.; HOLDSWORTH, D.G.; FREDERICKS, D. Organic matter sources in an enclosed coastal inlet assessed using lipid biomarkers and stable isotopes. *Organic Geochemistry*, v. 39, p. 689-710, 2008.

WAGENER, A. D. L. R.; MENICONI, M. D. F. G.; HAMACHER, C.; FARIAS, C. O.; DA SILVA, G. C.; GABARDO, I. T.; SCOFIELD, A. D. L. 2012. Hydrocarbons in sediments of a chronically contaminated bay: The challenge of source assignment. *Marine Pollution Bulletin*. V. 64, p.284 -294.

WAKEHAM, S.G. Aliphatic and polycyclic aromatic hydrocarbons in Black Sea sediments. *Marine Chemistry*, v. 53, p. 187-205. 1996.

\_\_\_\_\_.; CANUEL, E.A. Degradation and preservation of organic matter in sediments. In: J. K. Volkman (Ed.). **Handbook of Environmental Chemistry, Volume 2: Reactions and Processes 2 (N)**. Berlin: Springer, p.295-3212006.

\_\_\_\_\_.; LEE, C.; HEDGES, J.I.; HERNES, P.J.; PETERSON, M.L. Molecular indicators of diagenetic status in marine organic matter. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v. 61, n. 24, p.5363-5369, 1997.

WALKER, R.W.; WUN, C.K.; LITSKY, W. Coprostanol as an indicator of fecal pollution. *Reviews in Environmental Control*, v. 10, p. 13, 1982.

WANG, S.; HUANG, J.; YANG, Y.; HUI, Y.; GE, Y.; LARSEN, T. First report of a chinese PFOS alternative overlooked for 30 years: its toxicity, persistence, and presence in the environment. *Environmental Science Technology*, v.47, n. 1, p.10163–10170.,2013.

\_\_\_\_\_.; SUN, S., MA, H.Q., LIU, Y. Sources and distribution of aliphatic and polyaromatic hydrocarbons in sediments of Jiaozhou Bay, Qingdao, China. *Marine Pollution Bulletin*, v.52, 129-138, 2006.

WEBER, M. A ciência como vocação: In: *Ensaio de sociologia*. 5 ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1982. p. 154-183.

WEBER, R. Sistemas costeiros e oceânicos. *Química Nova*, v.15, n.2, p.137-143, 1992.

WHO - World Health Organization. International Programme on Chemical Safety (IPCS): Environmental Criteria 202. Selected Non-heterocyclic PAHs. Geneva, 1998.

WREGE, M. S.; STEINMETZ, S.; REISSER JR, C.; ALMEIDA, I. R. Atlas Climático da Região Sul do Brasil: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Colombo: Embrapa Florestas, 336 p., 2011. CECA - Centro de Estudos, Cultura e Cidadania. Uma cidade numa ilha: relatório sobre os problemas sócio-ambientais da Ilha de Santa Catarina. Florianópolis. Insular, 247 p., 199

WU, J. F.; BOYLE, E.; SUNDA, W.; WEN, L.S. Soluble and colloidal iron in the oligotrophic North Atlantic and North Pacific. *Science*, v. 293, n. 5531, p. 847 – 849, 2001.

WU, Q; LEUNG, J.Y. S.; TAM, N. F. Y.; CHEN, S.; MAI, B.; ZHOU, X.; XIA, L.; GENG, X. Biological risk and pollution history of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in Nansha mangrove, South China. *Marine Pollution Bulletin*, v. 85, p.92-98, 2014.

XU, Y.; MEAD, R. N.; JAFFÉ, R. A molecular marker-based assessment of sedimentary organic matter sources and distributions in Florida Bay. *Hydrobiologia*, v. 569, p. 179-192, 2006.

XU, J.; YU, Y.; WANG, P.; GUO, W. F.; DAÍ, S. G.; SUN, H. W. (2007) Polycyclic aromatic hydrocarbons in the surface sediments from Yellow River, China. *Chemosphere*, v. 67, p. 1408–1414, 2007.

YOSHINAGA, M.Y.; SUMIDA, P.Y.G.; WAKEHAM, S.G. Lipid biomarkers in surface sediments from an unusual coastal upwelling area from the SW Atlantic Ocean. *Organic Geochemistry*, v. 39, n. 10, p.1385-1399, 2008.

YUNKER, M. B.; BACKUS, S. M., PANNATIER, E. G. JEFFRIES, D. S.; MACDONALD, R. W. (2002a). Sources and Significance of Alkane and PAH hydrocarbons in Canadian Arctic Rivers. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 55, 1 – 31.

\_\_\_\_\_.; MACDONALD, R.W.; VINGARZAN, R.; MITCHELL, R.H.; GOYETTE, D.; SYLVESTRE, S. PAHs in the Fraser River basin: a critical appraisal of PAH ratios as indicators of PAH source and composition. *Organic Geochemistry*, v. 33, p. 489-515, 2002.

ZEE, Zoneamento Ecológico-Econômico das Zonas Leste e Calha Norte do Estado do Pará /Editores Técnicos: Carmen Roseli Caldas Menezes, Marcilio de Abreu Monteiro e Igor Maurício Freitas Galvão. Belém, PA: Núcleo de Gerenciamento do Programa Pará Rural, v. 3, 309 p., 2010.

ZHANG, J.; CAI, L.; YUAN, D.; CHEN, M. Distribution and sources of polynuclear aromatic hydrocarbons in Mangrove surficial sediments of Deep Bay, China. *Marine Pollution Bulletin*, v. 49, p. 479–486, 2004.

ZHANG, P.; LIU, W. Effect of plant life form on relationship between  $\delta D$  values of leaf wax *n*-alkanes and altitude along Mount Taibai, China [J]. *Organic Geochemistry*, v. 42, p.100–107, 2011.

ZHENG Y.;ANDERSON R. F.; VAN GEEN A.; FLEISHER, M. Q. Preservation of particulate non-lithogenic uranium in marine sediments. *Geochim. Cosmochim Acta*, v. 66, 2002.

ZIMMERMAN, A.R.; CANUEL, E.A. Bulk Organic Matter and Lipid Biomarker Composition of Chesapeake Bay Surficial Sediments as Indicators of Environmental Processes. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v.53, n.3, p.319-341, 2001.

## APÊNDICE - Título do apêndice

Tabela 26: Hidrocarbonetos Alifáticos individuais (em  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) nos sedimentos superficiais dos manguezais da costa brasileira.

HAs	PA-SCO	RN-EXT	RN-NAT	AL-BSM	AL-MUN	BA-CAR	RJ-SUR	SC-FLO
n-C12	0,04	<LQ	0,02	0,03	0,04	0,03	0,01	0,03
n-C13	0,01	<LQ	0,01	0,01	0,01	0,01	<LQ	0,01
n-C14	0,04	0,009	0,03	0,04	0,06	0,03	0,01	0,03
n-C15	0,01	<LQ	0,01	0,01	0,03	<LQ	0,01	0,01
n-C16	0,03	0,021	0,03	0,03	0,06	0,02	0,01	0,03
Pristano	0,01	0,005	0,01	0,01	0,03	<LQ	0,01	0,01
n-C17	0,03	0,023	0,04	0,03	0,09	0,02	0,03	0,05
Fitano	0,01	0,009	0,01	0,01	0,05	0,01	0,01	0,01
n-C18	0,03	0,023	0,03	0,03	0,11	0,02	0,02	0,03
n-C19	0,02	0,044	0,04	0,02	0,09	0,03	0,03	0,02
n-C20	0,02	0,026	0,03	0,02	0,05	0,03	0,02	0,03
n-C21	0,02	0,071	0,07	0,02	0,10	0,08	0,11	0,03
n-C22	0,02	0,031	0,07	0,02	0,27	0,04	0,08	0,06
n-C23	0,03	0,018	0,07	0,01	0,28	0,05	0,64	0,11
n-C24	0,01	0,008	<LQ	0,01	0,28	0,02	0,22	0,04
n-C25	0,07	0,023	0,19	0,04	1,22	0,13	2,10	0,43
n-C26	0,02	0,016	0,08	0,02	1,38	0,04	0,28	0,08
n-C27	0,09	0,026	0,37	0,05	19,02	0,21	3,10	0,36
n-C28	0,02	0,013	0,11	0,01	7,98	0,04	0,61	0,06
n-C29	0,10	0,014	0,66	0,04	94,33	0,21	6,76	0,34
n-C30	0,02	0,006	0,07	0,02	3,26	0,02	0,46	0,06
n-C31	0,07	0,012	0,34	0,10	4,13	0,10	1,84	0,28
n-C32	0,01	0,008	0,04	<LQ	0,33	0,02	0,18	0,04
n-C33	0,04	0,008	0,10	0,01	1,14	0,03	0,97	0,20
n-C34	0,01	<LQ	0,02	<LQ	0,16	0,01	0,08	0,02
n-C35	0,01	<LQ	0,03	<LQ	0,45	0,01	0,21	0,04
n-C36	<LQ	<LQ	0,01	<LQ	0,04	<LQ	0,02	<LQ
n-C37	<LQ	<LQ	0,02	<LQ	0,12	<LQ	0,03	<LQ
n-C38	<LQ	<LQ	0,02	<LQ	0,03	<LQ	<LQ	<LQ
$\Sigma$ Alc	0,8	0,5	2,5	0,6	135,1	1,2	17,8	2,4
HART	2,3	1,9	6,3	2,2	150,7	3,1	39,9	3,4
MCNR	n.d	n.d	15,6	n.d	160,6	n.d	131,6	n.d
HAT	2,3	1,9	21,9	2,2	311,3	3,1	171,6	3,4
% n-C30d	92	96	72	106	109	103	77	109

n.d: não detectado

Tabela 27: Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos individuais (em ng g<sup>-1</sup>) nos sedimentos superficiais dos manguezais da costa brasileira.

HPAs	PA-SCO	RN-EXT	RN-NAT	AL-BSM	AL-MUN	BA-CAR	RJ-SUR	SC-FLO
N	3,6	21,4	2,7	2,3	6,6	<LQ	2,3	3,8
2MN	1,5	1,2	0,8	1,1	1,9	0,2	0,9	1,9
1MN	0,6	0,7	0,3	0,3	0,8	<LQ	0,2	0,8
C2N	3,0	2,7	3,3	2,2	2,6	0,4	3,2	5,4
C3N	3,1	5,3	2,8	3,5	2,1	0,6	3,5	3,2
C4N	4,4	3,5	4,5	4,2	2,5	2,7	20,6	4,0
Aceft	<LQ	<LQ	0,4	<LQ	0,2	<LQ	0,4	<LQ
Ace	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,0	<LQ	<LQ	<LQ
Flu	<LQ	<LQ	0,2	<LQ	2,9	<LQ	0,3	<LQ
C1Flu	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	3,8	<LQ	2,7	<LQ
C2Flu	<LQ	<LQ	1,4	<LQ	10,6	<LQ	11,9	0,4
C3Flu	<LQ	<LQ	0,7	<LQ	5,4	<LQ	30,4	0,7
DBZT	<LQ	0,3	0,3	<LQ	1,1	<LQ	0,9	0,3
C1DBZT	1,0	0,7	0,9	0,5	0,2	0,9	5,7	0,8
C2DBZT	3,4	<LQ	<LQ	<LQ	1,1	3,0	31,6	1,2
C3DBZT	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,7	<LQ	<LQ	0,2
Fen	<LQ	<LQ	2,4	<LQ	14,2	<LQ	<LQ	1,0
C1Fen	<LQ	<LQ	2,2	<LQ	3,4	<LQ	<LQ	2,0
C2Fen	<LQ	<LQ	5,2	<LQ	3,0	<LQ	<LQ	<LQ
C3Fen	3,6	3,2	8,8	1,9	1,4	2,7	64,2	3,1
C4Fen	3,4	2,0	6,6	1,2	0,7	3,3	126,4	0,8
Ant	<LQ	<LQ	0,3	<LQ	1,8	0,4	1,1	<LQ
Ft	<LQ	0,5	8,0	0,8	13,5	2,4	12,4	1,5
Pi	0,4	0,4	10,3	0,8	8,1	1,8	25,1	3,5
C1Pi	<LQ	<LQ	4,1	<LQ	1,8	0,2	72,7	<LQ
C2Pi	0,3	0,9	5,8	0,8	9,9	1,8	135,5	0,9
BaA	0,2	0,2	5,2	0,6	8,6	0,9	9,3	0,5
Cri	0,8	0,6	8,5	1,9	8,0	4,1	20,6	2,7
C1Cri	0,6	<LQ	6,9	0,8	1,2	1,8	92,5	2,4
C2Cri	1,0	0,4	13,3	2,2	2,8	4,8	183,1	2,5
BKFt	<LQ	0,2	3,2	0,8	3,4	1,6	3,5	0,7
BbFt	0,4	0,8	9,8	2,0	16,8	6,5	14,5	3,3
BePi	0,4	0,4	4,7	1,5	6,1	3,7	24,0	1,6
BaPi	<LQ	0,3	4,3	0,6	5,5	1,5	12,5	0,6
Per	2,4	<LQ	2,9	0,5	23,6	1,4	8,0	0,2
I-Pi	0,2	0,6	3,9	1,6	6,9	4,0	9,9	2,1
DbahA	<LQ	<LQ	0,9	0,4	1,3	0,7	6,0	0,3
BghiPe	0,3	0,6	2,5	1,8	4,5	3,4	10,8	2,0
% Rec.	110	101	103	108	62	90	84	100
16 HPAs	5,85	25,53	62,75	13,63	102,40	27,28	129,47	21,71
HPAT	34,60	46,84	138,28	34,44	189,00	54,83	977,31	54,21

&lt; LQ: menor que o limite de quantificação

Tabela 28: Atividades de  $^{210}\text{Pb}_{\text{tot}}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  e  $^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}$  ( $\text{Bq Kg}^{-1}$ ) nas profundidades (cm) selecionadas do testemunho de sedimento do manguezal localizado em São Caetano de Odivelas (PA-SCO).

Profundidade	$^{210}\text{Pb}_{\text{tot}}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}$	$\text{Ln}^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}$
1	235,13	63,16	171,97	5,15
11	229,68	60,16	169,52	5,13
17	228,13	64,46	163,67	5,10
23	224,45	80,78	143,67	4,97
31	167,80	54,38	113,42	4,73
35	165,32	61,72	103,60	4,64
39	121,05	40,17	80,87	4,39
45	108,66	32,70	75,96	4,33
53	94,42	27,94	66,48	4,20
61	86,46	25,70	60,77	4,11
67	78,28	23,32	54,97	4,01

Tabela 29: Atividades de  $^{210}\text{Pb}_{\text{tot}}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  e  $^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}$  ( $\text{Bq Kg}^{-1}$ ) nas profundidades (cm) selecionadas do testemunho de sedimento do manguezal localizado em Extremoz (RN-EXT).

Profundidade	$^{210}\text{Pb}_{\text{tot}}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}$	$\text{Ln}^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}$
1	177,57	76,26	101,31	4,62
7	144,14	73,70	70,44	4,25
11	121,71	69,05	52,66	3,96
17	113,51	64,68	48,84	3,89
25	97,77	60,54	37,23	3,62
31	88,95	58,39	30,57	3,42
47	80,38	54,22	26,16	3,26
53	78,12	49,33	28,78	3,36
57	73,27	45,76	27,52	3,31
65	68,56	43,68	24,88	3,21
71	64,84	42,44	22,40	3,11
79	60,27	38,90	21,37	3,06

Tabela 30: Atividades de  $^{210}\text{Pb}_{\text{tot}}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  e  $^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}$  ( $\text{Bq Kg}^{-1}$ ) nas profundidades (cm) selecionadas do testemunho de sedimento do manguezal localizado em Natal (RN-NAT).

Profundidade	$^{210}\text{Pb}_{\text{tot}}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}$	$\text{Ln}^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}$
1	354,42	182,44	171,98	5,15
7	327,86	175,11	152,76	5,03
11	356,31	159,33	196,98	5,28
15	319,60	158,75	160,85	5,08
23	298,64	155,19	143,45	4,97
35	264,89	143,99	120,90	4,79
41	246,41	145,79	100,63	4,61
49	209,90	137,53	72,38	4,28
59	178,08	126,83	51,24	3,94
69	160,79	122,26	38,54	3,65
83	156,00	122,56	33,44	3,51

Tabela 31: Atividades de  $^{210}\text{Pb}_{\text{tot}}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  e  $^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}$  ( $\text{Bq Kg}^{-1}$ ) nas profundidades (cm) selecionadas do testemunho de sedimento do manguezal localizado em Barra de São Miguel (AL-BSM).

Profundidade	$^{210}\text{Pb}_{\text{tot}}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}$	$\text{Ln}^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}$
1	220,31	84,36	135,95	4,91
7	247,28	92,61	154,67	5,04
13	214,21	85,22	128,99	4,86
17	210,57	91,53	119,05	4,78
27	171,85	62,46	109,39	4,69
47	165,99	68,94	97,05	4,58
53	106,04	47,10	58,93	4,08
59	60,34	28,59	31,75	3,86
65	55,24	16,66	38,58	3,65
73	45,37	15,51	22,83	3,13
81	29,53	14,15	15,39	2,73

Tabela 32: Atividades de  $^{210}\text{Pb}_{\text{tot}}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  e  $^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}$  ( $\text{Bq Kg}^{-1}$ ) nas profundidades (cm) selecionadas do testemunho de sedimento do manguezal localizado em Maceió, especificamente na Lagoa Mundaú (AL-MUN).

Profundidade	$^{210}\text{Pb}_{\text{tot}}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}$	$\text{Ln}^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}$
1	295,31	142,71	152,60	5,03
7	243,76	129,40	114,36	4,74
11	217,67	121,11	96,55	4,57
23	143,18	90,00	53,17	3,97
29	152,30	96,83	55,47	4,02
37	134,94	83,23	51,70	3,95
43	116,37	68,06	48,31	3,88
51	83,68	59,92	23,76	3,17
59	53,68	37,21	16,47	2,80
69	43,81	28,48	15,33	2,73

Tabela 33: Atividades de  $^{210}\text{Pb}_{\text{tot}}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  e  $^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}$  ( $\text{Bq Kg}^{-1}$ ) nas profundidades (cm) selecionadas do testemunho de sedimento do manguezal localizado em Caravelas (BA-CAR).

Profundidade	$^{210}\text{Pb}_{\text{tot}}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}$	$\text{Ln}^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}$
1	361,16	135,98	225,17	5,42
7	327,19	171,68	155,51	5,05
11	314,30	125,16	189,14	5,24
23	347,84	120,60	227,24	5,43
29	219,05	97,60	121,45	4,80
37	244,22	134,70	109,52	4,70
51	246,90	142,83	104,07	4,65
59	226,12	113,09	113,03	4,73
67	204,35	164,51	99,00	4,60
75	195,60	106,21	89,39	4,49
83	189,18	101,86	87,32	4,47

Tabela 34: Atividades de  $^{210}\text{Pb}_{\text{tot}}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  e  $^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}$  ( $\text{Bq Kg}^{-1}$ ) nas profundidades (cm) selecionadas do testemunho de sedimento do manguezal localizado em Magé, especificamente em Suruí (RJ-SUR).

Profundidade	$^{210}\text{Pb}_{\text{tot}}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}$	$\text{Ln}^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}$
1	214,49	95,84	118,65	4,78
7	203,43	92,06	111,37	4,71
11	181,78	88,68	93,10	4,53
23	152,80	79,96	72,84	4,29
29	133,14	74,22	58,91	4,08
35	131,58	84,15	47,43	3,86
47	113,26	75,47	37,79	3,63
57	94,33	71,64	22,69	3,12
67	68,56	52,39	16,17	2,78
79	49,60	36,31	13,29	2,59
91	37,34	28,32	9,02	2,20

Tabela 35: Atividades de  $^{210}\text{Pb}_{\text{tot}}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  e  $^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}$  ( $\text{Bq Kg}^{-1}$ ) nas profundidades (cm) selecionadas do testemunho de sedimento do manguezal localizado em Florianópolis (SC-FLO).

Profundidade	$^{210}\text{Pb}_{\text{tot}}$	$^{226}\text{Ra}$	$^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}$	$\text{Ln}^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}$
1	671,20	127,80	543,40	6,30
7	566,95	107,87	459,08	6,13
11	476,48	117,81	358,67	5,88
15	366,65	96,19	270,46	5,60
23	244,11	84,26	159,85	5,07
35	214,74	64,83	149,91	5,01
47	191,70	49,72	141,99	4,96
57	156,68	37,88	118,80	4,78
65	104,79	31,38	73,41	4,30
69	88,91	37,05	51,86	3,95
75	77,85	38,89	38,96	3,66

Tabela 36: Parâmetros físico-químicos, teores de carbono orgânico e nitrogênio total (em % e  $\text{mg g}^{-1}$ ) e razão molar C/N nas camadas sedimentares do manguezal de São Caetano de Odivelas (PA)..

Camadas Sedimentares	Prof; (cm)	pH	Eh (mV)	Finos (%)	C (%)	Corg ( $\text{mg g}^{-1}$ )	N Total (%)	N Total ( $\text{mg g}^{-1}$ )	C_N
00-02	1	6,82	670	76,11	2,21	22,07	0,18	1,75	14,71
02-04	3	6,01	259,4	62,17	1,72	17,18	0,14	1,42	14,16
04-06	5	6,05	270,6	59,18	1,96	19,55	0,16	1,65	13,84
06-08	7	6,50	39,9	51,22	2,26	22,57	0,16	1,62	16,25
08-10	9	6,58	31,2	71,41	1,43	14,32	0,12	1,22	13,67
10-12	11	6,50	153	72,19	2,00	20,01	0,16	1,56	14,96
12-14	13	6,48	101,3	63,12	1,72	17,25	0,15	1,48	13,59
14-16	15	6,39	165,9	82,29	1,50	15,00	0,13	1,29	13,59
16-18	17	6,31	177,4	80,49	2,03	20,28	0,13	1,30	18,25
18-20	19	6,28	11,9	92,40	2,01	20,08	0,16	1,61	14,58
20-25	23	6,28	164,8	80,94	1,64	16,39	0,13	1,29	14,79
25-30	28	6,30	138,6	81,56	2,01	20,14	0,16	1,65	14,27
30-35	33	6,31	119,4	77,74	2,28	22,83	0,18	1,76	15,16
35-40	38	6,54	99,6	79,96	2,08	20,83	0,14	1,42	17,07
40-45	43	6,79	123,3	81,32	2,12	21,20	0,14	1,37	18,00
45-50	48	6,64	90	80,84	3,07	30,69	0,18	1,77	20,18
50-55	53	6,61	96,1	80,65	2,43	24,34	0,13	1,34	21,14
55-60	58	6,71	74,8	81,64	2,41	24,13	0,15	1,52	18,53
60-65	63	6,73	55,2	81,06	2,40	24,03	0,12	1,25	22,49
65-70	68	6,81	34,9	80,07	2,35	23,49	0,14	1,37	20,08
70-75	73	6,72	45,5	80,00	2,38	23,80	0,14	1,44	19,34

Tabela 37: Parâmetros físico-químicos, teores de carbono orgânico e nitrogênio total (em % e  $\text{mg g}^{-1}$ ) e razão molar C/N nas camadas sedimentares do manguezal de Extremoz (RN).

Camadas Sedimentares	Prof; (cm)	pH	Eh (mV)	Finos (%)	C (%)	Corg ( $\text{mg g}^{-1}$ )	N Total (%)	N Total ( $\text{mg g}^{-1}$ )	C_N
00-02	1	6,58	22,0	68,84	1,75	17,51	0,10	0,99	20,72
02-04	3	6,63	28,1	67,59	1,58	15,80	0,10	1,00	18,43
04-06	5	6,70	43,2	66,68	1,18	11,80	0,08	0,83	16,58
06-08	7	6,70	48,1	66,21	1,98	19,77	0,12	1,15	20,00
08-10	9	6,56	48,4	64,03	1,68	16,82	0,10	1,00	19,56
10-12	11	6,43	47,1	54,81	1,87	18,75	0,11	1,11	19,64
12-14	13	6,42	52,4	55,82	1,66	16,63	0,10	0,97	20,03
14-16	15	6,43	63,0	56,54	1,53	15,28	0,09	0,88	20,34
16-18	17	6,43	62,1	63,31	2,39	23,88	0,13	1,35	20,65
18-20	19	6,61	79,2	64,76	1,64	16,36	0,10	1,01	18,87
20-25	23	6,68	65,0	54,26	1,92	19,22	0,11	1,15	19,58
25-30	28	6,68	61,9	58,19	2,36	23,59	0,14	1,37	20,14
30-35	33	6,69	44,8	48,50	2,76	27,55	0,14	1,44	22,29
35-40	38	6,68	27,5	50,94	1,65	6,18	0,10	0,99	19,38
40-45	43	6,66	21,8	50,38	1,81	18,07	0,10	0,96	21,92
45-50	48	6,66	21,0	54,02	2,04	20,42	0,11	1,06	22,37
50-55	53	6,64	19,2	50,20	2,64	26,41	0,13	1,29	23,89
55-60	58	6,63	36,2	52,83	2,57	25,72	0,13	1,26	23,78
60-65	63	6,62	11,5	53,05	1,96	19,61	0,09	0,92	24,91
65-70	68	6,60	12,1	51,71	1,98	19,80	0,10	1,01	22,91
70-75	73	6,67	18,7	52,35	2,17	21,66	0,11	1,10	22,88

Tabela 38: Parâmetros físico-químicos, teores de carbono orgânico e nitrogênio total (em % e  $\text{mg g}^{-1}$ ) e razão molar C/N nas camadas sedimentares do manguezal de Natal (RN).

Camadas Sedimentares	Prof; (cm)	pH	Eh (mV)	Finos (%)	C (%)	Corg ( $\text{mg g}^{-1}$ )	N Total (%)	N Total ( $\text{mg g}^{-1}$ )	C_N
00-02	1	7,32	182	80,15	2,89	28,92	0,13	1,29	26,13
02-04	3	7,09	187,7	75,29	5,30	53,05	0,21	2,12	29,15
04-06	5	7,28	169,2	76,71	5,19	51,92	0,18	1,84	32,98
06-08	7	7,38	79,2	74,83	1,97	19,68	0,11	1,06	21,61
08-10	9	7,47	92,7	72,82	3,95	39,52	0,16	1,57	29,39
10-12	11	7,46	18,5	68,53	1,80	18,00	0,11	1,08	19,43
12-14	13	7,35	-36,6	61,49	3,55	35,53	0,14	1,39	29,77
14-16	15	7,39	-94	60,12	3,78	37,84	0,15	1,51	29,23
16-18	17	7,34	-111,8	60,51	4,03	40,32	0,14	1,44	32,64
18-20	19	7,18	-121,8	64,58	4,55	45,54	0,17	1,66	32,06
20-25	23	7,13	-130,9	64,61	3,40	33,98	0,13	1,33	29,84
25-30	28	7,11	-148,2	58,06	3,10	30,97	0,10	0,99	36,36
30-35	33	7,01	-139,5	47,26	4,79	47,88	0,17	1,65	33,79
35-40	38	6,97	-46,3	63,82	7,39	73,86	0,22	2,19	39,42
40-45	43	6,96	-102,5	56,89	9,90	99,04	0,28	2,77	41,77
45-50	48	6,96	-100,3	56,78	6,62	66,23	0,19	1,91	40,53
50-55	53	6,94	-111,4	49,70	2,75	27,46	0,14	1,44	22,31
55-60	58	6,9	-111,3	49,52	7,45	74,48	0,20	2,00	43,40
60-65	63	6,92	-124,8	45,10	7,20	71,98	0,22	2,17	38,75
65-70	68	6,9	-125,9	51,91	5,65	56,45	0,20	2,05	32,19
70-75	73	6,87	-114,1	53,49	5,02	50,18	0,16	1,61	36,41
75-80	78	6,87	-142,9	53,05	5,46	54,61	0,16	1,61	39,67
80-85	83	6,84	-140,2	57,30	3,98	39,81	0,12	1,24	37,38
85-90	88	6,84	-140,8	57,15	4,25	42,55	0,13	1,33	37,24
90-95	93	6,88	-142,5	56,60	4,17	41,69	0,13	1,26	38,53
95-100	98	6,81	-140,6	57,87	4,46	44,58	0,14	1,36	38,35

Tabela 39: Parâmetros físico-químicos, teores de carbono orgânico e nitrogênio total (em % e  $\text{mg g}^{-1}$ ) e razão molar C/N nas camadas sedimentares do manguezal de Barra de São Miguel (AL).

Camadas Sedimentares	Prof; (cm)	pH	Eh (mV)	Finos (%)	C (%)	Corg ( $\text{mg g}^{-1}$ )	N Total (%)	N Total ( $\text{mg g}^{-1}$ )	C_N
00-02	1	7,71	282,6	86,84	1,19	11,90	0,08	0,81	17,09
02-04	3	7,41	98,4	87,02	1,26	12,60	0,10	0,96	15,38
04-06	5	7,50	77,2	87,69	1,28	12,80	0,09	0,93	16,06
06-08	7	7,67	-9,0	85,70	1,46	14,57	0,10	1,00	16,95
08-10	9	7,77	-18,4	79,05	1,46	14,63	0,10	0,96	17,69
10-12	11	7,74	-24,7	88,22	1,88	18,84	0,12	1,25	17,59
12-14	13	7,81	-35,3	90,14	1,15	11,46	0,08	0,82	16,23
14-16	15	7,77	-103,3	87,12	1,40	13,96	0,09	0,90	18,08
16-18	17	7,85	-62,7	85,79	1,69	16,85	0,11	1,10	17,94
18-20	19	7,74	-35,5	88,29	1,40	14,01	0,08	0,84	19,43
20-25	23	7,62	-81,7	89,67	1,36	13,56	0,08	0,77	20,46
25-30	28	7,60	-104,9	87,15	0,45	4,51	0,03	0,26	20,10
30-35	33	7,57	-102,9	90,63	1,61	16,07	0,08	0,82	22,81
35-40	38	7,68	-130,8	89,95	1,57	15,69	0,09	0,87	21,04
40-45	43	7,49	-115,1	89,59	0,93	9,33	0,10	1,02	10,65
45-50	48	7,25	-87,2	90,70	1,21	12,10	0,08	0,81	17,40
50-55	53	7,59	-121,1	89,48	2,14	21,42	0,13	1,28	19,54
55-60	58	7,36	-177,5	87,91	1,95	19,47	0,10	1,05	21,70
60-65	63	7,68	-131,3	82,89	0,73	7,32	0,06	0,58	14,76
65-70	68	7,66	-141,4	91,46	0,90	9,04	0,09	0,91	11,53
70-75	73	7,66	-224,2	91,39	0,49	4,89	0,04	0,44	12,97

Tabela 40: Parâmetros físico-químicos, teores de carbono orgânico e nitrogênio total (em % e  $\text{mg g}^{-1}$ ) e razão molar C/N nas camadas sedimentares do manguezal na Lagoa Mundaú/Maceió (AL).

Camadas Sedimentares	Prof; (cm)	pH	Eh (mV)	Finos (%)	C (%)	Corg ( $\text{mg g}^{-1}$ )	N Total (%)	N Total ( $\text{mg g}^{-1}$ )	C_N
00-02	1	5,82	90,9	71,26	5,40	53,98	0,20	1,95	32,30
02-04	3	5,72	104,1	68,62	7,46	74,63	0,25	2,49	34,97
04-06	5	5,72	212	70,46	8,00	80,00	0,28	2,76	33,82
06-08	7	5,33	199,6	63,78	7,02	70,15	0,24	2,37	34,53
08-10	9	5,18	201,6	80,14	8,84	88,44	0,27	2,73	37,79
10-12	11	5,43	266	86,74	10,20	101,97	0,32	3,21	37,06
12-14	13	5,46	219,9	87,95	8,79	87,85	0,26	2,57	39,88
14-16	15	5,53	231,1	87,94	6,14	61,38	0,23	2,34	30,60
16-18	17	5,6	143,8	87,18	5,07	50,74	0,20	2,03	29,16
18-20	19	5,7	19,9	87,40	5,56	55,59	0,22	2,22	29,21
20-25	23	5,87	177,5	86,11	6,37	63,70	0,24	2,42	30,71
25-30	28	5,7	64,2	93,51	6,05	60,54	0,20	2,01	35,18
30-35	33	5,57	50,2	86,11	3,55	35,53	0,18	1,83	22,65
35-40	38	5,73	138,7	89,77	2,98	29,79	0,16	1,61	21,59
40-45	43	5,76	169,1	84,62	3,17	31,67	0,17	1,74	21,30
45-50	48	5,55	173,6	87,61	3,05	30,54	0,19	1,90	18,79
50-55	53	5,69	175,2	88,03	3,02	30,15	0,21	2,14	16,44
55-60	58	5,63	193,8	89,35	2,52	25,21	0,21	2,09	14,07
60-65	63	5,71	196	88,21	2,72	27,22	0,19	1,89	16,80
65-70	68	5,69	175,4	86,96	3,55	35,52	0,23	2,28	18,18
70-75	73	6,19	206,2	83,26	4,28	42,83	0,24	2,44	20,48

Tabela 41: Parâmetros físico-químicos, teores de carbono orgânico e nitrogênio total (em % e  $\text{mg g}^{-1}$ ) e razão molar C/N nas camadas sedimentares do manguezal em Caravelas (BA).

Camadas Sedimentares	Prof; (cm)	pH	Eh (mV)	Finos (%)	C (%)	Corg ( $\text{mg g}^{-1}$ )	N Total (%)	N Total ( $\text{mg g}^{-1}$ )	C_N
00-02	1	7,73	208,50	66,36	6,01	60,07	0,22	2,17	32,28
02-04	3	7,63	107,40	64,99	7,50	74,96	0,25	2,50	34,94
04-06	5	7,49	86,10	65,79	7,29	72,94	0,25	2,51	33,85
06-08	7	7,45	73,90	64,09	6,97	69,65	0,24	2,35	34,58
08-10	9	7,37	116,00	65,97	8,30	83,03	0,26	2,56	37,79
10-12	11	7,18	187,00	65,29	13,71	137,06	0,29	2,90	55,16
12-14	13	7,17	88,00	65,86	7,76	77,56	0,23	2,27	39,94
14-16	15	7,22	99,10	67,02	5,28	52,76	0,20	2,01	30,59
16-18	17	7,3	90,00	66,13	4,45	44,46	0,18	1,77	29,22
18-20	19	7,28	113,30	65,69	4,70	47,05	0,19	1,88	29,23
20-25	23	7,29	109,50	66,27	5,38	53,84	0,20	2,04	30,77
25-30	28	7,22	111,90	66,63	4,96	49,64	0,20	2,01	28,79
30-35	33	7,19	101,00	67,01	3,01	30,09	0,15	1,55	22,65
35-40	38	7,26	111,96	66,94	2,27	22,74	0,12	1,23	21,56
40-45	43	7,21	120,90	70,01	2,58	25,84	0,20	1,99	15,18
45-50	48	7,24	122,80	69,67	2,35	23,51	0,18	1,77	15,46
50-55	53	7,3	134,00	66,59	2,42	24,15	0,17	1,72	16,41
55-60	58	7,45	146,90	70,09	2,13	21,28	0,18	1,77	14,06
60-65	63	7,31	148,50	70,24	2,24	22,44	0,16	1,56	16,80
65-70	68	7,32	-491,00	77,29	2,67	26,66	0,17	1,71	18,14
70-75	73	7,33	-460,50	69,76	3,46	34,57	0,20	1,97	20,51
75-80	78	7,4	-511,60	67,69	3,85	38,52	0,20	2,02	22,28
80-85	83	7,33	-520,10	67,44	3,77	37,66	0,21	2,07	21,27

Tabela 42: Parâmetros físico-químicos, teores de carbono orgânico e nitrogênio total (em % e  $\text{mg g}^{-1}$ ) e razão molar C/N nas camadas sedimentares do manguezal de Suruí/Magé (RJ).

Camadas Sedimentares	Prof; (cm)	pH	Eh (mV)	Finos (%)	C (%)	Corg ( $\text{mg g}^{-1}$ )	N Total (%)	N Total ( $\text{mg g}^{-1}$ )	C_N
00-02	1	6,96	-58,4	89,54	1,89	18,89	0,12	1,21	18,21
02-04	3	6,72	-108,7	91,13	3,10	31,00	0,15	1,55	23,38
04-06	5	6,71	-120,9	90,00	1,73	17,26	0,11	1,08	18,63
06-08	7	6,65	-135,8	85,72	2,29	22,93	0,13	1,31	20,40
08-10	9	6,68	-200,4	87,47	3,53	35,29	0,14	1,35	25,42
10-12	11	6,67	-182,1	85,27	3,26	32,62	0,14	1,41	26,94
12-14	13	6,69	-157	84,95	1,09	10,91	0,09	0,87	14,62
14-16	15	6,70	-302	85,89	4,57	45,72	0,16	1,63	32,71
16-18	17	6,65	-304,9	82,16	6,23	62,25	0,23	2,27	31,97
18-20	19	6,70	-129,5	75,05	6,96	69,62	0,24	2,43	33,40
20-25	23	6,67	-122,8	84,87	3,60	35,97	0,14	1,38	30,46
25-30	28	6,68	-115,7	70,23	5,02	50,20	0,18	1,81	32,30
30-35	33	6,68	-149,2	72,06	6,10	61,02	0,18	1,78	39,90
35-40	38	6,68	-138	71,12	4,18	41,75	0,16	1,57	30,99
40-45	43	6,67	-72,5	78,97	3,35	33,51	0,13	1,35	29,00
45-50	48	6,64	-50,8	76,13	3,62	36,17	0,14	1,45	29,15
50-55	53	6,63	-76,7	74,31	5,07	50,66	0,17	1,72	34,29
55-60	58	6,62	-87,3	81,68	2,34	23,43	0,12	1,19	23,06
60-65	63	6,62	-106,7	92,47	4,25	42,52	0,17	1,69	29,37
65-70	68	6,85	-131,7	92,80	3,47	34,69	0,13	1,33	30,36
70-75	73	6,59	-270	93,72	3,87	38,74	0,14	1,45	31,23
75-80	78	6,81	-139	93,88	2,19	21,90	0,11	1,07	23,96
80-85	83	6,72	-126,9	96,17	2,44	24,43	0,13	1,25	22,75
85-90	88	6,52	-150,3	81,44	1,95	19,48	0,10	1,00	22,74
90-95	93	6,54	-150,1	84,65	1,37	13,65	0,07	0,66	24,12
95-100	98	6,54	-147,1	78,78	2,10	21,03	0,10	1,03	23,76

Tabela 43: Parâmetros físico-químicos, teores de carbono orgânico e nitrogênio total (em % e  $\text{mg g}^{-1}$ ) e razão molar C/N nas camadas sedimentares do manguezal em Florianópolis (SC).

Camadas Sedimentares	Prof; (cm)	pH	Eh (mV)	Finos (%)	C (%)	Corg ( $\text{mg g}^{-1}$ )	N Total (%)	N Total ( $\text{mg g}^{-1}$ )	C_N
00-02	1	7,30	242,0	75,20	4,93	49,29	0,41	4,59	14,54
02-04	3	6,68	248,1	72,27	5,72	57,21	0,39	4,95	14,49
04-06	5	6,34	263,2	69,03	3,64	36,35	0,32	3,17	14,38
06-08	7	6,09	268,1	71,20	5,29	52,93	0,39	3,93	15,73
08-10	9	5,78	268,4	71,41	4,24	42,40	0,32	3,25	15,24
10-12	11	5,55	267,1	72,29	3,65	36,48	0,27	2,69	15,80
12-14	13	6,61	272,4	75,43	3,23	32,29	0,27	2,68	14,07
14-16	15	6,58	283,0	69,90	3,17	31,67	0,25	2,47	14,94
16-18	17	5,62	282,1	68,49	3,05	30,45	0,26	2,56	13,85
18-20	19	7,33	294,2	82,20	3,14	31,38	0,27	2,71	13,52
20-25	23	7,17	277,2	83,94	3,82	38,15	0,31	3,14	14,19
25-30	28	7,79	251,4	81,26	3,43	34,26	0,33	3,29	12,13
30-35	33	7,26	245,5	79,14	2,59	25,95	0,23	2,31	13,12
35-40	38	7,35	239,9	79,26	2,83	28,27	0,26	2,61	12,64
40-45	43	7,84	236,6	81,12	2,38	23,76	0,25	2,46	11,25
45-50	48	7,55	236,6	83,84	2,30	23,01	0,24	2,37	11,31
50-55	53	7,60	235,7	82,65	2,21	22,13	0,20	2,01	12,86
55-60	58	7,64	238,6	81,14	3,16	31,58	0,29	2,94	12,54
60-65	63	7,27	233,6	81,45	1,69	16,88	0,17	1,69	11,67
65-70	68	7,07	235,1	82,07	0,83	8,30	0,07	0,75	12,94
70-75	73	5,71	231,6	83,00	1,00	9,97	0,08	0,80	14,58
75-80	78	6,51	231,1	85	0,96	9,57	0,10	1,02	11,00

Tabela 44: N-alcenos individuais (em  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em São Caetano de Odivelas (PA) (continua).

Camada	Prof.	n-C12	n-C13	n-C14	n-C15	n-C16	n-C17	n-C18	n-C19	n-C20	n-C21	n-C22	n-C23	n-C24	n-C25
00-02	1	0,01	<LQ	<LQ	<LQ	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	0,03	0,08
02-04	3	0,02	0,01	0,03	0,02	0,03	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,03	0,15
04-06	5	0,07	0,02	0,10	0,04	0,07	0,06	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,06	0,03	0,20
06-08	7	0,04	0,01	0,07	0,02	0,06	0,05	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	0,02	0,17
08-10	9	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,09
10-12	11	0,06	0,02	0,09	0,02	0,06	0,04	0,04	0,02	0,03	0,02	0,03	0,04	0,02	0,12
12-14	13	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,07
14-16	15	<LQ	0,01	0,01	0,01	0,01	0,07								
16-18	17	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,05	0,02	0,03	0,02	0,12
18-20	19	0,01	0,01	0,02	0,02	0,04	0,05	0,04	0,03	0,02	0,04	0,02	0,05	0,04	0,16
20-25	23	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,05	0,03	0,15
25-30	28	0,01	<LQ	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,06	0,03	0,22
30-35	33	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,03	0,02	0,09
35-40	38	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,06	0,04	0,21
40-45	43	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,06	0,04	0,24
45-50	48	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,04	0,04	0,14
50-55	53	<LQ	<LQ	<LQ	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,06	0,04	0,22
55-60	58	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,06	0,10	0,03	0,06	0,02	0,04	0,05	0,04	0,16
60-65	63	0,01	0,01	<LQ	0,01	0,01	0,04	0,08	0,02	0,05	0,02	0,04	0,06	0,04	0,22
65-70	68	0,01	0,01	0,02	0,01	0,12	0,03	0,07	0,02	0,05	0,02	0,04	0,06	0,05	0,21
70-75	73	0,01	0,01	0,02	0,01	0,12	0,04	0,07	0,01	0,04	0,01	0,03	0,05	0,04	0,18

Tabela 44: N-alcanos individuais (em  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em São Caetano de Odivelas (PA) (continua).

Camada	Prof.	n-C26	n-C27	n-C28	n-C29	n-C30	n-C31	n-C32	n-C33	n-C34	n-C35	n-C36	n-C37	n-C38
00-02	1	0,05	0,28	0,08	0,51	0,11	0,45	0,06	0,16	0,04	0,03	0,01	0,01	<LQ
02-04	3	0,05	0,24	0,07	0,44	0,08	0,41	0,06	0,15	0,02	0,03	0,01	0,01	<LQ
04-06	5	0,05	0,33	0,09	0,58	0,10	0,48	0,06	0,16	0,01	0,03	0,01	0,01	<LQ
06-08	7	0,04	0,26	0,07	0,44	0,09	0,37	0,05	0,14	0,01	0,02	0,01	0,01	<LQ
08-10	9	0,03	0,20	0,07	0,46	0,10	0,44	0,06	0,17	0,02	0,03	0,01	0,01	<LQ
10-12	11	0,04	0,19	0,05	0,27	0,06	0,25	0,03	0,10	0,01	0,02	<LQ	0,01	<LQ
12-14	13	0,03	0,13	0,04	0,23	0,06	0,25	0,03	0,08	0,01	0,02	<LQ	0,01	<LQ
14-16	15	0,03	0,16	0,04	0,24	0,05	0,19	0,03	0,08	0,01	0,02	0,01	0,01	<LQ
16-18	17	0,04	0,20	0,06	0,32	0,06	0,24	0,04	0,10	0,01	0,02	<LQ	0,01	<LQ
18-20	19	0,09	0,26	0,12	0,38	0,12	0,32	0,07	0,12	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01
20-25	23	0,07	0,26	0,10	0,41	0,10	0,39	0,07	0,14	0,02	0,03	0,01	0,01	<LQ
25-30	28	0,06	0,33	0,11	0,65	0,14	0,65	0,10	0,22	0,02	0,04	0,01	0,01	0,01
30-35	33	0,03	0,14	0,05	0,27	0,06	0,29	0,04	0,11	0,01	0,02	0,01	0,01	<LQ
35-40	38	0,06	0,34	0,10	0,57	0,13	0,52	0,08	0,18	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01
40-45	43	0,07	0,38	0,02	0,68	0,18	0,62	0,10	0,20	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01
45-50	48	0,09	0,24	0,13	0,36	0,12	0,33	0,09	0,12	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01
50-55	53	0,07	0,37	0,11	0,77	0,18	0,74	0,11	0,24	0,02	0,04	0,01	0,02	0,01
55-60	58	0,05	0,25	0,06	0,40	0,07	0,38	0,04	0,10	0,01	0,02	0,01	0,01	<LQ
60-65	63	0,07	0,35	0,11	0,57	0,16	0,61	0,07	0,21	0,02	0,04	0,01	0,01	0,01
65-70	68	0,07	0,36	0,11	0,66	0,15	0,65	0,09	0,19	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01
70-75	73	0,05	0,29	0,08	0,57	0,12	0,60	0,08	0,18	0,02	0,03	0,01	0,01	<LQ

Tabela 45: N-alcanos individuais (em  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Extremoz (RN) (continua).

Camada	Prof.	n-C12	n-C13	n-C14	n-C15	n-C16	n-C17	n-C18	n-C19	n-C20	n-C21	n-C22	n-C23	n-C24	n-C25
00-02	1	<LQ	0,01	<LQ	<LQ	0,01	0,01	0,02	0,12	0,03	0,38	0,04	0,10	0,05	0,23
02-04	3	0,01	<LQ	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,11	0,03	0,33	0,04	0,09	0,05	0,23
04-06	5	0,01	<LQ	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,08	0,02	0,21	0,03	0,07	0,05	0,18
06-08	7	0,01	<LQ	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,07	0,02	0,22	0,04	0,08	0,05	0,21
08-10	9	0,01	<LQ	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	0,01	0,08	0,03	0,08	0,05	0,22
10-12	11	0,01	<LQ	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,06	0,02	0,16	0,03	0,07	0,04	0,19
12-14	13	0,01	<LQ	0,01	<LQ	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,05	0,03	0,07	0,06	0,20
14-16	15	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,06	0,03	0,18	0,03	0,09	0,05	0,18
16-18	17	<LQ	<LQ	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,07	0,02	0,29	0,05	0,09	0,05	0,21
18-20	19	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,06	0,02	0,33	0,07	1,02	0,06	0,10	0,03	0,13
20-25	23	0,01	<LQ	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,06	0,01	0,11	0,03	0,09	0,06	0,24
25-30	28	0,01	<LQ	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03	0,06	0,03	0,14	0,05	0,10	0,05	0,25
30-35	33	0,01	<LQ	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,05	0,02	0,18	0,03	0,08	0,05	0,21
35-40	38	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,05	0,02	0,05	0,03	0,12
40-45	43	0,01	<LQ	0,01	<LQ	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,02	0,06	0,04	0,17
45-50	48	0,01	<LQ	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	0,21	0,05	0,08	0,05	0,19
50-55	53	<LQ	0,01	<LQ	0,01	0,01	0,07	0,01	0,04	0,02	0,24	0,05	0,09	0,05	0,21
55-60	58	<LQ	0,01	<LQ	0,04	0,01	0,05	0,03	0,16						
60-65	63	0,01	<LQ	0,01	<LQ	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	0,02	0,06	0,03	0,15
65-70	68	0,01	<LQ	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,06	0,02	0,07	0,05	0,20
70-75	73	0,01	<LQ	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,06	0,02	0,06	0,05	0,19

Tabela 45: N-alcenos individuais (em  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Extremoz (RN) (conclusão).

Camada	Prof.	n-C26	n-C27	n-C28	n-C29	n-C30	n-C31	n-C32	n-C33	n-C34	n-C35	n-C36	n-C37	n-C38
00-02	1	0,15	0,50	0,24	0,85	0,20	0,54	0,10	0,16	0,05	0,06	0,03	0,03	0,02
02-04	3	0,14	0,47	0,23	0,87	0,19	0,51	0,10	0,15	0,05	0,05	0,03	0,03	0,02
04-06	5	0,11	0,36	0,17	0,75	0,15	0,43	0,08	0,12	0,04	0,04	0,02	0,03	0,01
06-08	7	0,11	0,42	0,17	0,80	0,14	0,48	0,06	0,12	0,03	0,04	0,01	0,02	0,01
08-10	9	0,12	0,47	0,19	0,86	0,15	0,53	0,07	0,14	0,03	0,04	0,02	0,02	0,02
10-12	11	0,10	0,40	0,16	0,74	0,13	0,47	0,06	0,12	0,02	0,04	0,01	0,02	0,01
12-14	13	0,15	0,41	0,23	0,73	0,20	0,47	0,11	0,14	0,05	0,05	0,03	0,03	0,02
14-16	15	0,11	0,34	0,15	0,57	0,14	0,36	0,08	0,09	0,03	0,03	0,02	0,01	0,02
16-18	17	0,13	0,44	0,17	0,81	0,15	0,53	0,07	0,13	0,03	0,04	0,01	0,02	0,02
18-20	19	0,06	0,26	0,09	0,45	0,09	0,26	0,03	0,07	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01
20-25	23	0,10	0,49	0,16	0,96	0,14	0,60	0,05	0,13	0,02	0,04	0,01	0,02	0,01
25-30	28	0,10	0,52	0,17	1,05	0,14	0,61	0,05	0,14	0,01	0,04	0,01	0,02	0,01
30-35	33	0,10	0,47	0,16	0,86	0,13	0,53	0,05	0,12	0,02	0,03	0,01	0,02	0,01
35-40	38	0,07	0,30	0,13	0,72	0,13	0,58	0,07	0,15	0,03	0,05	0,02	0,03	0,02
40-45	43	0,10	0,35	0,15	0,63	0,13	0,44	0,06	0,11	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01
45-50	48	0,11	0,40	0,15	0,71	0,13	0,56	0,05	0,09	0,02	0,03	0,06	0,01	0,01
50-55	53	0,12	0,43	0,15	0,70	0,11	0,61	0,04	0,08	0,02	0,03	0,07	0,01	0,01
55-60	58	0,08	0,38	0,13	0,76	0,12	0,54	0,07	0,09	0,01	0,02	<LQ	<LQ	<LQ
60-65	63	0,07	0,32	0,12	0,68	0,10	0,48	0,03	0,08	0,01	0,02	<LQ	0,01	<LQ
65-70	68	0,09	0,44	0,16	0,93	0,14	0,65	0,04	0,13	0,01	0,03	<LQ	0,01	0,01
70-75	73	0,09	0,45	0,16	0,85	0,13	0,59	0,04	0,01	0,01	0,03	<LQ	0,01	0,01

Tabela 46: N-alcanos individuais (em  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Natal (RN) (continua).

Camada	Prof.	n-C12	n-C13	n-C14	n-C15	n-C16	n-C17	n-C18	n-C19	n-C20	n-C21	n-C22	n-C23	n-C24	n-C25
00-02	1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,03	<LQ	0,05	0,01	0,03	0,04	0,25	0,06	0,03	0,07
02-04	3	<LQ	<LQ	0,01	0,01	0,03	0,01	0,04	0,02	0,03	0,04	0,24	0,05	0,05	0,07
04-06	5	<LQ	<LQ	0,01	<LQ	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,03	0,03	0,09	0,04	0,07
06-08	7	0,01	<LQ	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,05	0,04	0,18	0,02	0,05
08-10	9	<LQ	<LQ	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,03	0,37	0,09	0,02	0,04
10-12	11	0,01	<LQ	0,01	0,01	0,02	<LQ	0,02	0,01	0,02	0,03	0,40	0,06	0,03	0,04
12-14	13	<LQ	<LQ	0,01	0,01	0,02	<LQ	0,02	0,01	0,02	0,03	0,02	0,07	0,02	0,04
14-16	15	<LQ	<LQ	0,01	0,01	0,02	<LQ	0,02	0,01	0,03	0,04	0,03	0,09	0,03	0,06
16-18	17	<LQ	<LQ	0,01	0,01	0,02	<LQ	0,02	0,01	0,02	0,02	0,08	0,04	0,02	0,04
18-20	19	0,01	<LQ	0,01	0,01	0,01	<LQ	0,01	0,01	0,01	0,02	0,09	0,06	0,02	0,04
20-25	23	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	<LQ	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,02	0,04
25-30	28	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	<LQ	0,02	0,01	0,02	0,02	0,18	0,04	0,02	0,04
30-35	33	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	<LQ	0,03	0,01	0,03	0,03	0,09	0,06	0,03	0,04
35-40	38	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	<LQ	0,04	0,02	0,03	0,03	0,74	0,07	0,03	0,05
40-45	43	0,01	<LQ	<LQ	0,02	0,01	<LQ	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,07	0,03	0,06
45-50	48	<LQ	<LQ	<LQ	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,17	0,09	0,03	0,06
50-55	53	<LQ	<LQ	0,01	0,01	0,02	0,01	0,04	0,02	0,03	0,03	0,58	0,11	0,04	0,07
55-60	58	0,01	0,01	0,01	0,02	0,04	<LQ	0,06	0,01	0,07	<LQ	0,12	0,12	0,11	0,11
60-65	63	0,02	0,01	0,04	0,02	0,03	0,01	0,03	0,01	0,03	0,02	0,03	0,09	0,04	0,05
65-70	68	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	<LQ	0,03	0,01	0,02	0,03	0,13	0,06	0,02	0,04
70-75	73	0,01	0,01	0,02	0,02	0,04	<LQ	0,04	0,02	0,03	0,03	0,03	0,06	0,03	0,05
75-80	78	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	<LQ	0,02	0,01	0,02	0,03	0,09	0,05	0,03	0,05
80-85	83	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	<LQ	0,03	0,01	0,03	0,03	0,13	0,05	0,04	0,04
85-90	88	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	<LQ	0,02	0,01	0,02	0,02	0,19	0,04	0,02	0,04
90-95	93	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,01	0,03	0,01	0,03	0,03	0,10	0,05	0,03	0,04
95-100	98	0,01	0,01	0,03	0,02	0,03	0,01	0,04	0,02	0,03	0,02	0,03	0,05	0,02	0,05

Tabela 46: N-alcanos individuais (em  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Natal (RN) conclusão).

Camada	Prof.	n-C26	n-C27	n-C28	n-C29	n-C30	n-C31	n-C32	n-C33	n-C34	n-C35	n-C36	n-C37	n-C38
00-02	1	0,07	<LQ	0,10	0,70	0,07	0,35	0,03	0,10	0,01	0,03	0,01	0,02	0,02
02-04	3	0,08	0,35	0,10	0,69	0,07	0,38	0,03	0,11	<LQ	0,04	<LQ	<LQ	<LQ
04-06	5	0,07	0,33	0,10	0,72	0,08	0,37	0,03	0,11	0,02	0,04	<LQ	<LQ	<LQ
06-08	7	0,07	0,39	0,08	0,60	0,07	0,31	0,02	0,10	0,01	0,02	<LQ	0,02	0,02
08-10	9	0,03	0,15	0,05	0,29	0,03	0,15	0,02	0,05	0,01	0,02	<LQ	0,01	0,01
10-12	11	0,04	0,16	0,05	0,32	0,04	0,17	0,02	0,06	0,01	0,02	<LQ	<LQ	0,01
12-14	13	0,03	0,14	0,05	0,25	0,03	0,15	0,02	0,06	0,01	0,02	<LQ	0,01	<LQ
14-16	15	0,04	0,18	0,06	0,33	0,04	0,21	0,02	0,09	<LQ	0,03	<LQ	<LQ	<LQ
16-18	17	0,03	0,13	0,05	0,25	0,04	0,16	0,02	0,06	<LQ	0,01	<LQ	<LQ	<LQ
18-20	19	0,04	0,21	0,09	0,41	0,06	0,30	0,03	0,13	0,01	0,04	<LQ	0,04	<LQ
20-25	23	0,04	0,18	0,06	0,32	0,06	0,30	0,04	0,13	0,02	0,05	0,01	0,36	0,01
25-30	28	0,05	0,18	0,05	0,31	0,06	0,28	0,04	0,13	0,02	0,04	0,02	0,03	0,02
30-35	33	0,04	0,18	0,07	0,37	0,06	0,27	0,03	0,10	0,01	0,03	0,01	0,03	0,01
35-40	38	0,06	0,30	0,06	0,55	0,16	0,45	0,03	0,11	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
40-45	43	0,07	0,35	0,10	0,70	0,18	0,55	0,05	0,13	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
45-50	48	0,07	0,37	0,12	0,80	0,18	0,71	0,06	0,14	0,02	0,03	0,01	0,02	0,01
50-55	53	0,09	0,42	0,09	0,84	0,27	0,75	0,05	0,16	0,02	0,04	0,01	0,02	<LQ
55-60	58	0,25	0,47	0,60	1,15	0,27	0,98	0,50	0,47	0,28	0,22	<LQ	0,13	0,09
60-65	63	0,06	0,27	0,10	0,64	0,13	0,52	0,03	0,13	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01
65-70	68	0,05	0,27	0,11	0,78	0,09	0,56	0,04	0,14	0,01	0,03	0,01	0,02	0,02
70-75	73	0,06	0,30	0,11	0,76	0,08	0,53	0,04	0,16	<LQ	0,04	0,01	0,03	0,01
75-80	78	0,06	0,32	0,12	0,85	0,35	0,65	0,04	0,16	0,01	0,04	0,01	0,03	<LQ
80-85	83	0,05	0,27	0,10	0,64	0,25	0,45	0,03	0,11	0,01	0,03	<LQ	0,02	0,01
85-90	88	0,05	0,25	0,06	0,59	0,30	0,44	0,03	<LQ	0,02	<LQ	0,01	0,02	0,01
90-95	93	0,06	0,32	0,12	0,86	0,40	0,61	0,04	0,26	0,02	0,03	0,01	0,02	0,01
95-100	98	0,05	0,29	0,11	0,71	0,17	0,54	0,06	0,14	0,03	0,04	0,01	0,02	0,01

Tabela 47: N-alcenos individuais (em  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Barra de São Miguel (AL) (continua).

Camada	Prof.	n-C12	n-C13	n-C14	n-C15	n-C16	n-C17	n-C18	n-C19	n-C20	n-C21	n-C22	n-C23	n-C24	n-C25
00-02	1	<LQ	0,01	<LQ	0,01	0,01	<LQ	0,02	0,01	0,01	<LQ	<LQ	0,02	0,04	0,01
02-04	3	<LQ	0,01	<LQ	0,01	<LQ	0,01	0,02	<LQ	0,01	0,02	0,02	0,04	0,04	0,01
04-06	5	<LQ	0,01	<LQ	0,02	<LQ	<LQ	0,04	0,01	0,08	0,02	0,08	0,04	0,03	0,02
06-08	7	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,01	<LQ	0,01	<LQ	<LQ	0,02	0,01	0,03	0,02	0,01
08-10	9	<LQ	0,01	0,01	0,01	0,04	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01
10-12	11	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,01	<LQ	0,01	<LQ	0,02	0,01	0,01	0,03	0,02	0,01
12-14	13	<LQ	0,01	0,01	0,01	0,02	<LQ	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,04	0,02	0,01
14-16	15	<LQ	0,01	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,01	<LQ	0,01	<LQ	<LQ	0,01	0,01	0,01
16-18	17	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,02	<LQ	0,01	<LQ	0,01	0,04	<LQ	0,02
18-20	19	<LQ	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,04	0,01	0,03	0,01	0,01	0,05	0,04	0,01
20-25	23	<LQ	0,01	<LQ	0,01	0,02	0,01	0,02	<LQ	0,01	<LQ	0,01	0,04	0,01	0,02
25-30	28	0,01	0,01	<LQ	0,01	<LQ	0,01	0,02	<LQ	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,02
30-35	33	<LQ	0,01	<LQ	0,01	<LQ	<LQ	0,03	<LQ	0,01	<LQ	0,01	0,03	0,02	0,02
35-40	38	<LQ	0,01	0,01	0,01	0,01	<LQ	0,02	0,01	0,03	<LQ	0,01	0,02	0,01	0,05
40-45	43	<LQ	<LQ	0,01	<LQ	0,02	<LQ	0,01	<LQ	<LQ	<LQ	0,01	0,01	0,01	0,01
45-50	48	<LQ	<LQ	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01
50-55	53	<LQ	<LQ	0,01	0,01	0,02	<LQ	0,01	0,01	0,02	0,03	0,01	0,02	0,02	0,01
55-60	58	<LQ	<LQ	0,01	<LQ	0,02	<LQ	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
60-65	63	<LQ	0,01	0,01	0,01	0,02	<LQ	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,05	0,02	0,02
65-70	68	<LQ	<LQ	0,01	0,01	0,01	<LQ	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01
70-75	73	<LQ	<LQ	0,02	<LQ	0,04	<LQ	0,01	<LQ	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

Tabela 47: N-alcanos individuais (em  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Barra de São Miguel (AL) (conclusão).

Camada	Prof.	n-C26	n-C27	n-C28	n-C29	n-C30	n-C31	n-C32	n-C33	n-C34	n-C35	n-C36	n-C37	n-C38
00-02	1	0,02	0,04	0,03	0,05	0,02	0,05	0,02	0,03	<LQ	0,01	0,01	<LQ	<LQ
02-04	3	0,01	0,02	0,03	0,06	0,02	0,04	0,01	0,03	<LQ	0,05	<LQ	0,01	0,01
04-06	5	0,03	0,06	0,04	0,08	0,03	0,06	0,03	0,04	<LQ	0,02	0,01	<LQ	<LQ
06-08	7	0,01	0,03	0,02	0,04	0,02	0,03	0,02	0,02	<LQ	0,01	0,01	<LQ	<LQ
08-10	9	0,05	0,08	0,08	0,09	0,03	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01
10-12	11	0,01	0,03	0,01	0,04	0,02	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
12-14	13	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
14-16	15	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	<LQ	0,01	<LQ	<LQ	<LQ
16-18	17	0,02	0,02	0,02	0,09	0,03	0,08	0,04	0,04	<LQ	<LQ	0,01	<LQ	0,01
18-20	19	0,02	0,02	0,03	0,12	0,03	0,08	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	<LQ
20-25	23	0,01	0,02	0,03	0,07	0,02	0,04	0,01	0,02	<LQ	0,02	0,01	0,01	0,01
25-30	28	0,02	0,04	0,01	0,05	0,03	0,02	<LQ	0,01	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
30-35	33	0,01	0,04	0,01	0,07	0,04	0,07	0,01	0,03	<LQ	0,03	0,01	<LQ	<LQ
35-40	38	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
40-45	43	0,01	0,02	0,01	0,03	0,01	0,02	<LQ	0,01	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
45-50	48	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	<LQ	<LQ	<LQ
50-55	53	0,02	0,04	0,02	0,04	0,04	0,03	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
55-60	58	0,02	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
60-65	63	0,02	0,04	0,02	0,06	0,02	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	<LQ
65-70	68	0,02	0,05	0,02	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	<LQ
70-75	73	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ

Tabela 48: N-alcenos individuais (em  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Maceió (Lagoa Mundaú) (AL) (continua).

Camada	Prof.	n-C12	n-C13	n-C14	n-C15	n-C16	n-C17	n-C18	n-C19	n-C20	n-C21	n-C22	n-C23	n-C24	n-C25
00-02	1	0,02	0,01	0,07	0,03	0,05	0,04	0,10	0,05	0,10	0,08	0,01	0,09	0,07	0,24
02-04	3	0,03	0,01	0,07	0,03	0,05	0,01	0,08	0,03	0,06	0,05	0,01	0,04	0,04	0,14
04-06	5	0,02	0,01	0,04	0,02	0,03	0,00	0,05	0,02	0,04	0,03	0,01	0,03	0,03	0,11
06-08	7	0,02	0,01	0,06	0,03	0,05	0,01	0,07	0,03	0,04	0,04	0,02	0,03	0,03	0,12
08-10	9	0,03	0,02	0,11	0,04	0,06	0,01	0,06	0,02	0,05	0,04	0,02	0,04	0,04	0,16
10-12	11	0,01	<LQ	0,01	0,01	0,01	<LQ	0,01	<LQ	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,06
12-14	13	0,02	0,01	0,06	0,03	0,03	0,02	0,05	0,02	0,03	0,06	0,07	0,03	0,03	0,13
14-16	15	0,02	0,01	0,15	0,06	0,06	<LQ	0,09	0,04	0,01	0,07	0,03	0,05	0,06	0,13
16-18	17	0,02	0,01	0,13	0,04	0,04	<LQ	0,07	0,04	0,01	0,05	0,01	0,04	0,04	0,13
18-20	19	0,02	0,01	0,09	0,03	0,04	0,02	0,06	0,03	0,04	0,04	0,03	0,05	0,04	0,11
20-25	23	0,01	<LQ	0,03	0,01	0,03	0,01	0,04	0,02	0,03	0,02	0,01	0,03	0,05	0,08
25-30	28	<LQ	<LQ	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,03
30-35	33	0,01	<LQ	0,01	0,01	0,02	<LQ	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,08	0,02	0,05
35-40	38	<LQ	<LQ	0,01	0,01	0,03	<LQ	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,06
40-45	43	<LQ	0,01	0,01	0,02	0,01									
45-50	48	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,01	<LQ	0,01	0,01	0,02	0,09	0,04	0,41	0,05	0,07
50-55	53	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,01	<LQ	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,05
55-60	58	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,01	<LQ	<LQ	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03
60-65	63	0,01	<LQ	0,01	<LQ	0,01	<LQ	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	0,03
65-70	68	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,01	<LQ	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,05
70-75	73	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,01	<LQ	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	<LQ	0,01	0,01

Tabela 48: N-alcanos individuais (em  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Maceió (Lagoa Mundaú) (AL) (conclusão).

Camada	Prof.	n-C26	n-C27	n-C28	n-C29	n-C30	n-C31	n-C32	n-C33	n-C34	n-C35	n-C36	n-C37	n-C38
00-02	1	0,65	13,78	1,54	63,72	2,11	2,58	0,20	0,81	0,10	0,39	0,05	0,12	0,04
02-04	3	0,35	7,84	1,93	37,68	1,24	1,38	0,12	0,48	0,06	0,22	0,02	0,06	0,02
04-06	5	0,20	3,09	1,15	14,76	0,60	0,86	0,17	0,57	0,11	0,28	0,04	0,08	0,05
06-08	7	0,18	2,64	0,58	12,91	0,63	0,90	0,17	0,67	0,09	0,31	0,02	0,07	0,03
08-10	9	0,23	2,65	0,95	12,12	0,58	1,05	0,23	0,99	0,13	0,44	0,03	0,09	0,03
10-12	11	0,19	1,92	0,68	8,17	0,42	0,76	0,17	0,61	0,07	0,19	0,01	0,03	0,01
12-14	13	0,20	1,64	0,59	6,07	0,38	0,82	0,20	0,73	0,09	0,23	0,02	0,04	0,01
14-16	15	0,10	1,10	0,39	3,78	0,01	0,55	0,14	0,61	0,09	0,25	0,01	<LQ	<LQ
16-18	17	<LQ	1,88	0,65	7,73	0,44	0,88	0,21	0,90	0,11	0,38	0,02	0,07	0,03
18-20	19	0,18	1,55	0,52	5,56	0,32	0,61	0,15	0,60	0,08	0,24	0,01	0,04	0,02
20-25	23	0,09	0,78	0,29	2,95	0,23	0,54	0,14	0,62	0,08	0,25	0,02	0,04	0,01
25-30	28	0,06	0,29	0,13	0,75	0,10	0,21	0,06	0,15	0,02	0,04	0,01	0,01	<LQ
30-35	33	0,06	0,35	0,14	0,77	0,11	0,33	0,05	0,14	0,02	0,03	<LQ	0,01	<LQ
35-40	38	0,12	0,66	0,23	1,58	0,17	0,57	0,08	0,22	0,03	0,05	0,01	0,02	<LQ
40-45	43	0,03	0,03	0,02	0,04	0,01	<LQ	0,01	0,01	0,01	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
45-50	48	0,07	0,30	0,12	0,70	<LQ	0,25	0,04	0,10	0,01	0,03	<LQ	0,01	<LQ
50-55	53	0,06	0,33	0,17	0,87	0,12	0,25	0,05	0,13	0,02	0,03	0,01	0,01	<LQ
55-60	58	0,04	0,21	0,06	0,55	0,05	0,17	0,02	0,07	0,01	0,02	<LQ	<LQ	<LQ
60-65	63	0,03	0,19	0,05	0,41	<LQ	0,14	0,01	0,05	<LQ	0,01	<LQ	0,01	<LQ
65-70	68	0,06	0,28	0,10	0,60	0,07	0,23	0,02	0,07	0,01	0,02	<LQ	0,01	<LQ
70-75	73	0,01	0,02	0,01	0,03	0,01	0,01	<LQ	0,01	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ

Tabela 49: N-alcanos individuais (em  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Caravelas (BA) (continua).

Camada	Prof.	n-C12	n-C13	n-C14	n-C15	n-C16	n-C17	n-C18	n-C19	n-C20	n-C21	n-C22	n-C23	n-C24	n-C25
00-02	1	<LQ	<LQ	0,06	0,05	0,07	0,02	0,11	0,03	0,06	0,29	0,12	0,86	0,08	0,23
02-04	3	0,05	0,03	0,06	0,05	0,06	0,02	0,27	0,03	0,10	0,36	0,38	1,42	0,20	0,45
04-06	5	0,05	0,02	0,06	0,02	0,03	0,01	0,07	0,01	0,15	0,29	0,11	0,96	0,07	0,13
06-08	7	0,05	0,02	0,06	0,02	0,04	0,01	0,06	0,01	0,16	0,21	0,13	0,75	0,08	0,20
08-10	9	0,04	0,02	0,05	0,04	0,06	0,01	0,15	0,03	0,06	0,64	0,16	1,16	0,11	0,32
10-12	11	0,03	0,01	0,03	0,02	0,03	0,01	0,11	0,02	0,05	0,64	0,19	1,20	0,16	0,32
12-14	13	0,03	0,02	0,04	0,02	0,04	0,01	0,27	0,02	0,09	0,73	0,37	1,93	<LQ	0,36
14-16	15	0,03	0,01	0,03	0,02	0,04	0,01	0,06	0,02	0,04	0,21	0,07	0,75	0,06	0,23
16-18	17	0,03	0,01	0,04	0,02	0,04	0,01	0,04	0,01	0,03	0,10	0,05	0,31	0,04	0,23
18-20	19	0,02	0,01	0,03	0,01	0,03	0,01	0,03	0,01	0,03	0,03	0,03	0,10	0,04	0,20
20-25	23	0,02	0,01	0,03	0,01	0,03	<LQ	0,03	0,01	0,02	0,04	0,03	0,12	0,04	0,24
25-30	28	0,02	0,02	0,04	0,02	0,04	0,01	0,03	0,01	0,03	0,07	0,04	0,19	0,05	0,29
30-35	33	0,03	0,01	0,05	<LQ	0,04	0,01	0,03	0,01	0,03	0,05	0,04	0,15	0,01	0,33
35-40	38	0,03	0,02	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,02	0,03	0,06	0,03	0,17	0,03	0,17
40-45	43	0,03	0,01	0,03	0,02	0,01	0,01	0,04	0,02	0,07	0,02	0,04	0,08	0,04	0,10
45-50	48	0,02	0,01	0,04	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,09	0,02	0,05	0,02	0,04	0,09
50-55	53	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,06	0,01	0,03	0,02	0,02	0,07
55-60	58	0,03	0,01	0,06	0,02	0,03	0,01	0,03	0,01	0,05	0,02	0,07	0,03	0,04	0,10
60-65	63	0,04	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,08	0,01	0,04	0,02	0,03	0,09
65-70	68	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,08	0,02	0,04	0,06	0,03	0,11
70-75	73	0,03	0,02	0,06	0,02	0,03	0,01	0,02	0,01	0,05	0,02	0,08	0,06	0,06	0,14
75-80	78	0,05	0,02	0,06	0,02	0,03	0,01	0,02	0,01	0,04	0,02	0,08	0,05	0,05	0,13
80-85	83	0,03	0,02	0,08	0,02	0,05	0,01	0,03	0,02	0,03	0,02	0,08	0,06	0,05	0,11

Tabela 49: N-alcanos individuais (em  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Caravelas (BA) (conclusão).

Camada	Prof.	n-C26	n-C27	n-C28	n-C29	n-C30	n-C31	n-C32	n-C33	n-C34	n-C35	n-C36	n-C37	n-C38
00-02	1	0,12	0,88	0,19	1,22	0,10	0,53	0,04	0,16	0,01	0,04	0,01	0,02	<LQ
02-04	3	0,12	0,94	0,16	1,00	0,17	0,38	0,02	0,13	0,01	0,03	0,01	0,03	0,01
04-06	5	0,06	0,34	0,07	0,43	0,04	0,14	0,02	0,07	0,01	0,02	<LQ	0,01	<LQ
06-08	7	0,09	0,65	0,12	0,78	0,06	0,30	0,03	0,10	0,01	0,03	0,01	0,02	<LQ
08-10	9	0,11	0,70	0,12	0,70	0,05	0,28	0,02	0,11	<LQ	0,03	0,01	0,03	0,01
10-12	11	0,09	0,52	0,11	0,58	0,07	0,27	0,01	0,11	0,01	0,03	0,01	0,02	0,01
12-14	13	0,11	0,68	0,13	0,78	0,04	0,28	0,20	0,20	0,04	0,06	0,02	0,04	0,01
14-16	15	0,11	0,74	0,13	0,92	0,10	0,36	0,04	0,21	0,03	0,05	0,01	0,03	<LQ
16-18	17	0,12	0,80	0,16	1,09	0,02	0,10	0,06	0,25	0,03	0,07	0,01	0,02	<LQ
18-20	19	0,10	0,73	0,14	0,98	0,07	0,49	0,05	0,22	0,02	0,06	0,01	0,02	<LQ
20-25	23	0,11	0,82	0,14	1,02	0,16	0,47	0,04	0,20	0,02	0,05	<LQ	0,02	<LQ
25-30	28	0,12	0,74	0,15	0,86	0,15	0,41	0,05	0,18	0,02	<LQ	<LQ	0,03	<LQ
30-35	33	0,18	1,17	0,17	1,55	0,12	0,80	0,08	0,38	0,03	0,10	<LQ	0,03	<LQ
35-40	38	0,09	0,58	0,11	0,81	0,06	0,41	0,04	0,20	0,02	0,05	<LQ	0,03	<LQ
40-45	43	0,07	0,46	0,10	0,70	0,08	0,36	0,05	0,19	0,02	0,05	0,04	0,02	<LQ
45-50	48	0,08	0,43	0,12	0,67	0,09	0,35	0,05	0,19	0,02	0,05	<LQ	0,01	<LQ
50-55	53	0,06	0,37	0,09	0,62	0,07	0,33	0,04	0,18	0,02	0,05	<LQ	0,01	<LQ
55-60	58	0,05	0,35	0,08	0,48	0,06	0,24	0,03	0,13	0,01	0,03	0,01	0,01	<LQ
60-65	63	0,05	0,32	0,07	0,50	0,05	0,27	0,03	0,15	0,01	0,04	<LQ	0,01	<LQ
65-70	68	0,08	0,41	0,12	0,66	0,09	0,08	0,06	0,20	0,03	<LQ	<LQ	0,01	<LQ
70-75	73	0,12	0,57	0,18	0,89	0,12	0,02	0,02	0,26	0,04	<LQ	<LQ	0,02	<LQ
75-80	78	0,08	0,51	0,12	0,80	0,07	0,42	0,04	0,20	0,01	0,01	<LQ	0,02	<LQ
80-85	83	0,07	0,43	0,11	0,64	0,06	0,36	0,05	0,18	0,02	<LQ	<LQ	0,01	<LQ

Tabela 50: N-alcanos individuais (em  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Magé/Suruí (RJ) (continua).

Camada	Prof.	n-C12	n-C13	n-C14	n-C15	n-C16	n-C17	n-C18	n-C19	n-C20	n-C21	n-C22	n-C23	n-C24	n-C25
00-02	1	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,01	<LQ	0,01	0,01	0,01	<LQ	0,01	0,05	0,03	0,25
02-04	3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,01	<LQ	<LQ	0,01	0,01	<LQ	0,01	0,07	<LQ	0,37
04-06	5	<LQ	<LQ	0,01	<LQ	0,01	0,01	0,03	0,01	0,02	0,14	0,01	0,16	0,08	0,73
06-08	7	<LQ	<LQ	0,01	<LQ	0,02	0,01	0,04	0,02	0,04	0,02	0,01	0,17	0,08	0,70
08-10	9	<LQ	<LQ	0,01	0,01	0,04	0,01	0,07	0,04	0,06	0,01	0,02	0,22	0,13	1,19
10-12	11	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,01	<LQ	0,01	0,01	0,01	0,07	0,01	0,08	0,04	0,38
12-14	13	0,02	0,01	0,18	0,07	0,07	0,04	0,10	0,05	0,05	0,02	0,03	0,05	0,06	0,14
14-16	15	<LQ	<LQ	<LQ	0,01	<LQ	0,01	0,02	0,02	0,03	0,11	0,02	0,07	0,05	0,50
16-18	17	0,01	<LQ	0,01	0,01	0,01	<LQ	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,07	<LQ	0,48
18-20	19	<LQ	<LQ	<LQ	0,01	0,01	<LQ	0,01	0,01	0,02	0,03	0,02	0,08	0,06	0,55
20-25	23	0,04	0,01	0,17	0,01	0,20	<LQ	0,02	0,01	0,12	0,03	0,05	0,13	0,13	0,93
25-30	28	<LQ	<LQ	0,01	0,01	0,01	<LQ	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,10	0,06	0,60
30-35	33	0,04	<LQ	0,16	0,01	0,19	0,02	0,02	0,02	0,10	0,01	0,03	0,09	0,07	0,51
35-40	38	0,01	<LQ	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,08	0,07	0,60
40-45	43	<LQ	<LQ	<LQ	0,01	0,01	<LQ	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,08	0,07	0,56
45-50	48	<LQ	<LQ	0,01	0,01	0,01	<LQ	<LQ	0,01	0,02	0,02	0,02	0,08	0,08	0,68
50-55	53	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	<LQ	0,01	0,02	0,03	0,03	0,03	0,06	0,05	0,38
55-60	58	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	<LQ	0,04	0,02	0,04	0,04	0,04	0,07	0,06	0,53
60-65	63	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	<LQ	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,04	0,03	0,29
65-70	68	<LQ	0,01	<LQ	<LQ	0,01	<LQ	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,04	0,04	0,24
70-75	73	0,22	0,02	0,08	0,01	0,03	<LQ	0,04	0,01	0,02	0,01	0,01	0,05	0,03	0,28
75-80	78	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	<LQ	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,13
80-85	83	0,01	0,02	0,02	0,01	0,03	<LQ	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,03	0,04	0,16
85-90	88	0,23	0,02	0,08	<LQ	0,03	0,01	<LQ	0,02	0,02	<LQ	0,01	0,07	0,04	0,42
90-95	93	0,01	<LQ	0,02	0,01	0,02	0,01	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,11	0,08	0,89
95-100	98	0,01	<LQ	0,01	0,01	0,02	<LQ	<LQ	0,01	0,01	0,02	0,02	0,08	<LQ	0,75

Tabela 50: N-alcanos individuais (em  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Magé/Suruí (RJ) (conclusão).

Camada	Prof.	n-C26	n-C27	n-C28	n-C29	n-C30	n-C31	n-C32	n-C33	n-C34	n-C35	n-C36	n-C37	n-C38
00-02	1	0,10	1,15	0,23	2,40	0,15	0,51	0,05	0,25	0,02	0,05	0,01	0,01	<LQ
02-04	3	0,13	1,38	0,26	2,67	0,17	0,55	0,05	0,26	<LQ	0,05	0,01	0,01	<LQ
04-06	5	0,27	2,18	0,43	3,88	0,29	0,76	0,07	0,34	0,02	0,06	<LQ	<LQ	<LQ
06-08	7	0,18	1,76	0,33	2,92	0,25	0,55	0,05	0,26	0,02	0,05	0,01	<LQ	<LQ
08-10	9	0,35	3,39	0,57	5,44	0,38	1,01	0,09	0,45	0,03	0,08	0,02	0,02	<LQ
10-12	11	0,13	1,33	0,24	2,48	0,17	0,46	0,04	0,22	0,01	0,04	<LQ	<LQ	<LQ
12-14	13	0,19	1,24	0,45	4,37	0,24	0,64	0,16	0,66	0,09	0,23	0,01	0,01	<LQ
14-16	15	0,19	1,75	0,30	3,23	0,23	0,61	0,06	0,29	0,02	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
16-18	17	0,18	1,83	0,32	3,28	0,21	0,62	0,06	0,28	0,02	0,05	0,01	0,01	<LQ
18-20	19	0,23	2,23	0,40	3,97	0,24	0,76	0,07	0,33	0,02	0,06	0,01	0,02	<LQ
20-25	23	0,37	3,42	0,61	5,77	0,37	1,34	0,15	0,72	0,05	0,15	0,02	0,03	0,01
25-30	28	0,23	2,10	0,36	3,41	0,23	0,66	0,06	0,30	0,02	0,05	<LQ	<LQ	<LQ
30-35	33	0,20	1,88	0,35	3,32	0,23	0,77	0,08	0,45	0,03	0,09	<LQ	0,02	<LQ
35-40	38	0,28	2,58	0,47	4,38	0,29	1,06	0,12	0,62	0,05	0,13	0,02	0,03	<LQ
40-45	43	0,24	2,19	0,40	3,70	0,24	0,73	0,07	0,33	0,03	0,06	0,01	0,01	<LQ
45-50	48	0,31	2,87	0,51	4,26	0,01	0,97	0,10	0,44	0,03	0,08	<LQ	0,02	<LQ
50-55	53	<LQ	1,40	0,26	2,18	0,15	0,52	0,06	0,25	<LQ	0,04	<LQ	<LQ	0,01
55-60	58	0,25	2,07	0,39	3,10	0,21	0,74	0,09	0,36	0,03	0,06	0,09	<LQ	<LQ
60-65	63	0,12	1,14	0,21	1,81	0,13	0,45	0,05	0,21	0,02	0,03	0,06	0,01	<LQ
65-70	68	0,08	0,72	0,12	1,07	0,08	0,25	0,02	0,11	0,01	0,02	<LQ	<LQ	<LQ
70-75	73	0,10	0,87	0,15	1,27	0,09	0,29	0,03	0,14	<LQ	0,02	<LQ	0,01	<LQ
75-80	78	0,06	0,49	0,09	0,76	0,06	0,17	0,02	0,08	0,01	0,01	0,02	0,01	<LQ
80-85	83	0,07	0,58	0,11	0,96	0,07	0,19	0,02	0,09	0,01	0,02	<LQ	0,01	<LQ
85-90	88	0,15	1,54	0,27	2,65	0,17	0,52	0,05	0,22	0,01	0,04	<LQ	<LQ	<LQ
90-95	93	0,36	3,31	0,61	5,93	0,36	1,33	0,15	0,72	0,06	0,15	<LQ	0,03	<LQ
95-100	98	0,29	2,81	0,51	4,69	0,30	1,02	0,11	0,45	0,03	0,08	<LQ	0,01	<LQ

Tabela 51: N-alcenos individuais (em  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Florianópolis (SC) (continua).

Camada	Prof.	n-C12	n-C13	n-C14	n-C15	n-C16	n-C17	n-C18	n-C19	n-C20	n-C21	n-C22	n-C23	n-C24	n-C25
00-02	1	0,03	0,01	0,03	0,07	0,13	0,03	0,22	0,06	0,12	0,08	0,08	0,26	0,24	2,49
02-04	3	0,02	0,02	0,03	0,06	0,13	0,03	0,14	0,05	0,11	0,08	0,07	0,37	0,34	3,67
04-06	5	0,03	0,02	0,02	0,05	0,11	0,03	0,13	0,04	0,11	0,09	0,07	0,47	0,41	3,36
06-08	7	0,02	0,02	0,01	0,05	0,13	0,03	0,11	0,04	0,11	0,09	0,08	0,47	0,42	4,50
08-10	9	0,03	0,02	0,01	0,04	0,12	0,02	0,08	0,03	0,09	0,07	0,06	0,41	0,34	3,44
10-12	11	0,02	0,02	0,02	0,04	0,11	0,02	0,07	0,02	0,08	0,06	0,06	0,38	0,33	3,35
12-14	13	0,02	0,01	0,02	0,04	0,05	0,02	0,07	0,03	0,06	0,06	0,04	0,33	0,30	3,20
14-16	15	0,02	0,02	0,01	0,04	0,06	0,02	0,07	0,03	0,06	0,05	0,04	0,19	0,20	1,89
16-18	17	0,02	0,02	0,01	0,04	0,05	0,02	0,07	0,03	0,05	0,05	0,03	0,17	0,17	1,64
18-20	19	0,02	0,01	0,02	0,03	0,04	0,01	0,05	0,02	0,04	0,04	0,03	0,14	0,13	1,33
20-25	23	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,03	0,01	0,02	0,04	0,02	0,13	0,14	1,62
25-30	28	0,02	0,02	0,01	0,04	0,05	0,02	0,07	0,03	0,06	0,06	0,04	0,12	0,12	0,81
30-35	33	0,03	0,01	0,02	0,02	0,03	0,01	0,04	0,02	0,03	0,03	0,03	0,17	0,15	1,77
35-40	38	0,03	0,01	0,01	0,03	0,04	0,02	0,06	0,02	0,05	<LQ	0,03	0,14	0,14	1,77
40-45	43	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	<LQ	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,09	0,11	1,86
45-50	48	0,02	0,01	0,02	0,03	0,04	0,01	0,05	0,01	0,04	0,04	0,03	0,18	0,15	1,86
50-55	53	0,02	0,01	0,01	0,02	0,03	0,01	0,04	0,01	0,03	0,03	0,03	0,15	0,14	1,79
55-60	58	0,02	0,01	0,02	0,03	0,04	0,02	0,05	0,02	0,05	0,02	0,04	0,13	0,13	1,59
60-65	63	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	<LQ	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,10	0,09	1,22
65-70	68	0,01	<LQ	0,02	0,01	0,02	<LQ	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,04	0,05	0,28
70-75	73	0,03	0,01	0,03	0,07	0,13	0,03	0,22	0,06	0,12	0,08	0,08	0,26	0,24	2,49
75-80	78	0,02	0,02	0,03	0,06	0,13	0,03	0,14	0,05	0,11	0,08	0,07	0,37	0,34	3,67

Tabela 51: N-alcenos individuais (em  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Florianópolis (SC) (conclusão).

Camada	Prof.	n-C26	n-C27	n-C28	n-C29	n-C30	n-C31	n-C32	n-C33	n-C34	n-C35	n-C36	n-C37	n-C38
00-02	1	8,92	0,79	6,83	0,92	7,52	1,09	6,65	0,82	4,27	0,28	0,73	0,03	0,04
02-04	3	12,86	0,98	7,99	0,89	7,17	0,86	5,54	0,71	3,58	0,24	0,61	0,02	0,03
04-06	5	13,84	1,12	8,10	1,09	7,18	1,07	5,05	0,74	2,92	0,27	0,68	0,02	0,03
06-08	7	13,06	1,17	8,51	1,02	6,37	1,04	5,27	0,72	2,94	0,25	0,65	0,02	0,03
08-10	9	11,20	0,79	5,87	0,48	3,99	0,32	1,88	0,21	1,22	0,09	0,21	0,01	0,01
10-12	11	11,98	0,89	6,54	0,49	4,10	0,26	1,34	0,16	0,93	0,07	0,17	0,01	0,02
12-14	13	11,86	0,87	6,52	0,49	3,85	0,27	1,11	0,15	0,77	0,07	0,15	0,02	0,02
14-16	15	7,94	0,65	4,71	0,39	2,90	0,20	0,75	0,11	0,53	0,06	0,11	0,02	0,02
16-18	17	6,87	0,55	4,06	0,32	2,46	0,16	0,66	0,08	0,51	0,04	0,10	<LQ	<LQ
18-20	19	6,17	0,54	3,98	0,38	2,73	0,22	0,82	0,13	0,59	0,07	0,13	0,03	<LQ
20-25	23	6,70	0,55	3,63	0,41	2,38	0,28	1,00	0,17	0,68	0,09	0,16	0,03	0,05
25-30	28	2,92	0,38	1,89	0,29	1,48	0,21	0,76	0,14	0,55	0,07	0,13	<LQ	0,04
30-35	33	5,85	0,39	2,74	0,26	1,63	0,18	0,67	0,10	0,46	0,05	0,11	0,02	0,02
35-40	38	5,10	0,34	2,35	0,26	1,68	0,23	1,04	0,13	0,70	0,06	0,14	0,02	0,02
40-45	43	6,56	0,32	2,80	0,25	1,86	0,20	1,06	0,13	0,74	0,06	0,15	0,01	0,01
45-50	48	5,11	0,29	2,25	0,26	1,80	0,22	1,14	0,14	0,81	0,06	0,16	0,01	0,02
50-55	53	4,94	0,27	2,25	0,24	1,81	0,19	1,05	0,13	0,78	0,06	0,16	0,01	0,02
55-60	58	4,49	0,30	2,12	0,28	1,80	0,30	1,44	0,21	1,03	0,10	0,20	0,02	0,03
60-65	63	3,48	0,19	1,58	0,19	1,34	0,19	1,14	0,14	0,81	0,06	0,16	0,01	0,01
65-70	68	0,78	0,05	0,34	0,04	0,22	0,03	0,10	0,02	0,07	0,01	0,02	<LQ	<LQ
70-75	73	8,92	0,79	6,83	0,92	7,52	1,09	6,65	0,82	4,27	0,28	0,73	0,03	0,04
75-80	78	12,86	0,98	7,99	0,89	7,17	0,86	5,54	0,71	3,58	0,24	0,61	0,02	0,03

Tabela 52: HPAs individuais (em ng g<sup>-1</sup>) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em São Caetano de Odivelas (PA) (continua).

Camada	Prof.	N	2MN	1MN	C2N	C3N	C4N	Aceft	Ace	Flu	C1Flu	C2Flu	C3Flu	DBZT	C1DBZT	C2DBZT	C3DBZT	Fen	C1Fen	C2Fen
00-02	1	0,90	0,30	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,26	< LQ	< LQ				
02-04	3	1,86	0,98	0,54	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,26	< LQ	< LQ	< LQ	0,30	< LQ	< LQ	< LQ	1,27	< LQ	< LQ
04-06	5	1,14	0,31	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,40	< LQ	< LQ				
06-08	7	0,78	0,30	< LQ	0,21	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,60	< LQ	< LQ				
08-10	9	0,97	0,30	< LQ	0,23	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,43	< LQ	< LQ				
10-12	11	1,16	0,44	0,22	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,76	< LQ	< LQ
12-14	13	1,65	0,69	0,34	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,75	< LQ	< LQ
14-16	15	1,58	0,50	0,24	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,59	< LQ	< LQ
16-18	17	1,36	0,57	0,31	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,23	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,97	< LQ	< LQ
18-20	19	1,83	0,52	0,41	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,25	0,25	< LQ	< LQ	< LQ	0,35	< LQ	< LQ	< LQ	1,50	< LQ	< LQ
20-25	23	0,59	0,24	< LQ	0,30	0,21	< LQ	< LQ	< LQ	0,23	< LQ	< LQ	< LQ	0,79	< LQ	< LQ				
25-30	28	1,36	0,42	0,33	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,61	< LQ	< LQ
30-35	33	1,78	0,41	0,30	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,31	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,43	< LQ	< LQ
35-40	38	1,67	0,60	0,43	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,32	0,26	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,91	< LQ	< LQ
40-45	43	1,02	0,31	< LQ	0,31	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,65	< LQ	< LQ				
45-50	48	1,55	0,54	0,42	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,24	0,21	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,70	< LQ	< LQ
50-55	53	1,10	0,29	0,30	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,29	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,54	< LQ	< LQ
55-60	58	1,49	0,56	0,49	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,29	0,26	< LQ	< LQ	< LQ	0,36	< LQ	< LQ	< LQ	1,44	< LQ	< LQ
60-65	63	1,63	0,50	0,41	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,36	0,28	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,68	< LQ	< LQ
65-70	68	0,40	< LQ	0,28	0,26	< LQ	< LQ	< LQ	0,24	< LQ	< LQ	< LQ	0,79	< LQ	< LQ					
70-75	73	1,28	0,44	0,46	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,31	0,35	< LQ	< LQ	< LQ	0,21	< LQ	< LQ	< LQ	0,97	< LQ	< LQ

Tabela 52: HPA's individuais (em  $\text{ng g}^{-1}$ ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em São Caetano de Odivelas (PA) (conclusão).

Camada	Prof.	C3Fen	C4Fen	Ant	Ft	Pi	C1Pi	C2Pi	BaA	Cri	C1Cri	C2Cri	BKFt	BbFt	BePi	BaPi	Per	I-Pi	DbahA	BghiPe	
00-02	1	< LQ	< LQ	0,20	0,22	0,20	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,23	< LQ	< LQ	4,13	0,24	0,24	0,22				
02-04	3	< LQ	< LQ	0,20	0,89	0,68	< LQ	< LQ	0,53	0,78	< LQ	< LQ	< LQ	0,90	0,73	0,35	15,13	0,51	0,29	0,41	
04-06	5	< LQ	< LQ	0,20	0,29	0,20	< LQ	< LQ	< LQ	0,22	0,54	0,22	3,27	0,23	0,24	0,21					
06-08	7	< LQ	< LQ	0,20	0,51	0,40	< LQ	< LQ	0,41	0,41	< LQ	< LQ	< LQ	0,51	0,34	0,23	7,92	0,26	0,25	0,28	
08-10	9	< LQ	< LQ	0,20	0,55	0,44	< LQ	< LQ	< LQ	0,31	< LQ	< LQ	< LQ	0,40	0,37	< LQ	7,75	0,29	0,25	0,24	
10-12	11	< LQ	< LQ	0,20	0,83	0,50	< LQ	< LQ	< LQ	0,38	< LQ	< LQ	< LQ	0,48	0,48	< LQ	8,08	0,33	0,22	0,32	
12-14	13	< LQ	< LQ	0,20	0,77	0,46	< LQ	< LQ	< LQ	0,31	< LQ	< LQ	< LQ	0,45	0,47	0,27	7,45	0,28	0,24	0,35	
14-16	15	< LQ	< LQ	0,20	0,45	0,41	< LQ	< LQ	< LQ	0,25	0,28	< LQ	3,33	0,24	0,26	0,30					
16-18	17	< LQ	< LQ	0,20	1,50	1,39	< LQ	< LQ	0,43	0,64	< LQ	< LQ	< LQ	0,81	0,60	0,47	8,95	0,47	0,35	0,58	
18-20	19	< LQ	< LQ	0,20	1,54	1,29	< LQ	< LQ	0,55	0,86	< LQ	< LQ	< LQ	0,81	0,60	0,29	14,98	0,59	0,26	0,71	
20-25	23	< LQ	< LQ	0,20	0,91	1,40	< LQ	< LQ	0,44	0,87	< LQ	< LQ	0,22	0,75	0,62	0,20	12,45	0,43	0,37	0,31	
25-30	28	< LQ	< LQ	0,20	0,53	1,28	< LQ	< LQ	0,44	0,49	< LQ	< LQ	< LQ	0,53	0,42	0,24	11,14	0,48	0,32	0,31	
30-35	33	< LQ	< LQ	0,20	0,38	0,45	< LQ	< LQ	0,25	0,42	< LQ	< LQ	< LQ	0,45	0,78	0,36	5,81	0,27	0,27	0,21	
35-40	38	< LQ	< LQ	0,20	1,13	1,25	< LQ	< LQ	0,94	1,08	< LQ	< LQ	0,53	1,46	1,69	0,98	7,96	0,71	0,46	0,27	
40-45	43	< LQ	< LQ	0,20	0,65	1,15	< LQ	< LQ	< LQ	0,61	< LQ	< LQ	< LQ	0,36	0,46	0,24	5,44	0,36	0,36	0,20	
45-50	48	< LQ	< LQ	0,20	0,39	0,57	< LQ	< LQ	< LQ	0,61	< LQ	< LQ	< LQ	0,41	0,60	0,30	5,09	0,29	0,27	0,21	
50-55	53	< LQ	< LQ	0,20	0,37	0,65	< LQ	< LQ	0,30	0,58	< LQ	< LQ	< LQ	0,36	0,36	< LQ	4,98	0,35	0,35	0,51	
55-60	58	< LQ	< LQ	0,20	0,40	0,77	< LQ	< LQ	0,46	0,97	< LQ	< LQ	< LQ	0,70	1,04	0,27	8,26	0,33	0,31	0,45	
60-65	63	< LQ	< LQ	0,20	0,61	0,96	< LQ	< LQ	0,30	0,62	< LQ	< LQ	< LQ	0,43	0,71	0,33	6,49	0,29	0,38	0,38	
65-70	68	< LQ	< LQ	0,20	0,39	1,24	< LQ	< LQ	0,52	0,95	< LQ	< LQ	< LQ	0,39	0,80	0,20	5,98	0,32	0,29	0,37	
70-75	73	< LQ	< LQ	0,20	0,58	0,71	< LQ	< LQ	0,29	0,54	< LQ	< LQ	< LQ	0,40	0,59	0,26	3,90	0,35	0,28	0,39	

Tabela 53: HPAs individuais (em  $\text{ng g}^{-1}$ ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Extremoz (RN) (continua).

Camada	Prof.	N	2MN	1MN	C2N	C3N	C4N	Aceft	Ace	Flu	C1Flu	C2Flu	C3Flu	DBZT	C1DBZT	C2DBZT	C3DBZT	Fen	C1Fen	C2Fen
00-02	1	0,77	1,70	0,67	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,37	< LQ	< LQ	< LQ	0,35	< LQ	< LQ	< LQ	0,65	< LQ	< LQ
02-04	3	0,78	1,75	0,65	< LQ	< LQ	< LQ	0,23	< LQ	0,36	< LQ	< LQ	< LQ	0,37	< LQ	< LQ	< LQ	0,63	< LQ	< LQ
04-06	5	0,59	1,48	0,66	< LQ	< LQ	< LQ	0,22	0,27	0,30	< LQ	< LQ	< LQ	0,34	< LQ	< LQ	< LQ	0,53	< LQ	< LQ
06-08	7	1,13	2,45	0,94	< LQ	< LQ	< LQ	0,24	< LQ	0,35	< LQ	< LQ	< LQ	0,32	< LQ	< LQ	< LQ	0,78	< LQ	< LQ
08-10	9	< LQ	0,57	0,30	< LQ	< LQ	< LQ	0,22	< LQ	0,28	< LQ	< LQ	< LQ	0,25	< LQ	< LQ	< LQ	0,50	< LQ	< LQ
10-12	11	0,80	1,75	0,71	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,32	< LQ	< LQ	< LQ	0,32	< LQ	< LQ	< LQ	0,87	< LQ	< LQ
12-14	13	0,72	1,88	0,82	< LQ	< LQ	< LQ	0,29	0,21	0,35	< LQ	< LQ	< LQ	0,28	< LQ	< LQ	< LQ	0,54	< LQ	< LQ
14-16	15	0,39	1,00	0,53	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,30	< LQ	< LQ	< LQ	0,31	< LQ	< LQ	< LQ	0,72	< LQ	< LQ
16-18	17	0,67	1,59	0,79	< LQ	< LQ	< LQ	0,31	< LQ	0,35	< LQ	< LQ	< LQ	0,39	< LQ	< LQ	< LQ	0,93	< LQ	< LQ
18-20	19	1,27	2,45	0,95	< LQ	< LQ	< LQ	0,24	0,24	0,34	< LQ	< LQ	< LQ	0,30	< LQ	< LQ	< LQ	0,59	< LQ	< LQ
20-25	23	1,00	1,91	0,80	< LQ	< LQ	< LQ	0,26	0,30	0,37	< LQ	< LQ	< LQ	0,39	< LQ	< LQ	< LQ	0,59	< LQ	< LQ
25-30	28	0,88	1,89	0,49	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,26	< LQ	< LQ	< LQ	0,24	< LQ	< LQ	< LQ	0,22	< LQ	< LQ
30-35	33	0,84	1,10	0,53	< LQ	< LQ	< LQ	0,25	0,24	0,37	< LQ	< LQ	< LQ	0,26	< LQ	< LQ	< LQ	0,45	< LQ	< LQ
35-40	38	0,57	1,16	0,63	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,29	< LQ	< LQ	< LQ	0,27	< LQ	< LQ	< LQ	0,34	< LQ	< LQ
40-45	43	0,63	1,03	0,50	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,24	< LQ	< LQ	< LQ	0,23	< LQ	< LQ	< LQ	0,26	< LQ	< LQ
45-50	48	1,03	1,86	0,82	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,30	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,42	< LQ	< LQ
50-55	53	1,13	2,21	0,78	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,25	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,29	< LQ	< LQ
55-60	58	0,70	1,08	0,38	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,23	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
60-65	63	0,36	0,96	0,55	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,24	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,40	< LQ	< LQ
65-70	68	0,60	0,99	0,45	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,28	< LQ	< LQ	< LQ	0,21	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
70-75	73	0,85	1,52	0,74	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,24	< LQ	< LQ	< LQ	0,22	< LQ	< LQ	< LQ	0,35	< LQ	< LQ

Tabela 53: HPAs individuais (em ng g<sup>-1</sup>) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Extremoz (RN) (conclusão).

Camada	Prof.	C3Fen	C4Fen	Ant	Ft	Pi	C1Pi	C2Pi	BaA	Cri	C1Cri	C2Cri	BKFt	BbFt	BePi	BaP <sub>i</sub>	Per	I-Pi	DbahA	BghiPe
00-02	1	< LQ	< LQ	0,20	1,15	1,23	< LQ	< LQ	0,75	1,17	< LQ	< LQ	0,37	0,70	0,37	0,62	0,47	1,08	0,60	0,80
02-04	3	< LQ	< LQ	0,22	1,35	1,34	< LQ	< LQ	0,78	1,30	< LQ	< LQ	0,35	0,71	0,38	0,66	0,45	1,05	0,66	0,83
04-06	5	< LQ	< LQ	0,21	1,14	1,27	< LQ	< LQ	0,89	1,05	< LQ	< LQ	0,36	0,78	0,40	0,63	0,49	1,04	0,58	0,84
06-08	7	< LQ	< LQ	0,22	1,68	2,19	< LQ	< LQ	0,98	1,20	< LQ	< LQ	0,44	0,97	0,51	0,71	0,49	1,06	< LQ	0,71
08-10	9	< LQ	< LQ	0,20	1,42	1,64	< LQ	< LQ	0,92	1,06	< LQ	< LQ	0,40	0,95	0,45	0,69	0,44	1,15	< LQ	0,83
10-12	11	< LQ	< LQ	0,21	1,43	1,65	< LQ	< LQ	0,74	0,74	< LQ	< LQ	0,36	0,76	0,37	0,60	0,30	0,89	< LQ	0,65
12-14	13	< LQ	< LQ	0,21	1,76	2,07	< LQ	< LQ	1,21	1,43	< LQ	< LQ	0,49	1,06	0,54	0,78	0,70	1,28	0,76	1,14
14-16	15	< LQ	< LQ	0,21	1,85	2,63	< LQ	< LQ	0,90	1,34	< LQ	< LQ	0,47	0,99	0,47	0,68	0,90	1,18	< LQ	1,04
16-18	17	< LQ	< LQ	0,27	2,91	3,78	< LQ	< LQ	1,52	1,85	< LQ	< LQ	0,64	1,54	0,72	1,14	0,83	1,86	0,72	1,29
18-20	19	< LQ	< LQ	0,20	2,89	2,14	< LQ	< LQ	0,80	1,04	< LQ	< LQ	0,40	0,84	0,40	0,57	0,39	0,99	< LQ	0,79
20-25	23	< LQ	< LQ	0,22	1,91	2,64	< LQ	< LQ	1,39	1,19	< LQ	< LQ	0,60	1,37	0,67	0,83	0,51	1,38	0,76	1,28
25-30	28	< LQ	< LQ	0,21	0,65	0,56	< LQ	< LQ	0,35	0,46	< LQ	< LQ	0,24	0,45	0,27	0,36	0,29	0,51	< LQ	0,40
30-35	33	< LQ	< LQ	0,24	0,71	0,70	< LQ	< LQ	0,39	0,45	< LQ	< LQ	0,23	0,42	0,36	0,57	0,42	0,56	< LQ	0,39
35-40	38	< LQ	< LQ	0,20	0,84	0,66	< LQ	< LQ	< LQ	0,52	< LQ	< LQ	0,22	0,39	0,22	0,35	0,32	0,53	< LQ	0,34
40-45	43	< LQ	< LQ	0,22	0,54	0,57	< LQ	< LQ	0,26	0,34	< LQ	< LQ	0,21	0,38	< LQ	0,29	0,25	0,35	< LQ	0,31
45-50	48	< LQ	< LQ	0,20	0,92	1,06	< LQ	< LQ	0,40	1,04	< LQ	< LQ	0,29	0,53	0,41	0,44	0,31	0,48	0,62	0,37
50-55	53	< LQ	< LQ	0,21	0,37	0,35	< LQ	< LQ	< LQ	0,63	< LQ	< LQ	0,21	0,37	0,22	0,24	0,95	0,37	< LQ	0,25
55-60	58	< LQ	< LQ	0,20	0,23	0,43	< LQ	< LQ	< LQ	0,27	< LQ	0,22	0,43	0,32	< LQ	0,31				
60-65	63	< LQ	< LQ	0,21	0,44	0,63	< LQ	< LQ	< LQ	0,29	< LQ	< LQ	< LQ	0,25	< LQ	0,23	0,24	0,29	0,53	0,25
65-70	68	< LQ	< LQ	0,21	0,41	0,38	< LQ	< LQ	< LQ	0,23	< LQ	< LQ	0,27	0,34	< LQ	0,21	0,31	0,47	< LQ	0,40
70-75	73	< LQ	< LQ	0,22	0,66	0,88	< LQ	< LQ	< LQ	0,40	< LQ	< LQ	0,22	0,38	0,21	0,45	0,39	0,58	< LQ	0,31

Tabela 54: HPAs individuais (em ng g<sup>-1</sup>) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Natal (RN) (continua).

Camada	Prof.	N	2MN	1MN	C2N	C3N	C4N	Aceft	Ace	Flu	C1Flu	C2Flu	C3Flu	DBZT	C1DBZT	C2DBZT	C3DBZT	Fen	C1Fen	C2Fen
00-02	1	1,89	0,78	0,37	2,98	1,88	1,60	0,22	< LQ	0,20	6,39	< LQ	1,08	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	2,44	1,41	4,13
02-04	3	2,75	0,91	0,45	2,63	1,22	1,36	< LQ	< LQ	0,20	7,21	< LQ	1,28	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	1,67	1,20	3,73
04-06	5	2,70	0,89	0,39	0,28	1,05	0,89	0,21	< LQ	< LQ	3,42	< LQ	1,02	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	1,27	1,13	2,59
06-08	7	2,43	1,01	0,41	0,28	1,20	0,96	< LQ	< LQ	< LQ	4,33	< LQ	0,36	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	1,42	0,95	2,42
08-10	9	1,73	0,67	0,34	< LQ	1,37	0,84	< LQ	< LQ	< LQ	1,92	< LQ	0,65	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	1,11	0,94	2,13
10-12	11	3,30	1,30	0,51	< LQ	2,14	1,27	0,26	< LQ	0,31	4,70	< LQ	1,56	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	2,99	1,44	3,53
12-14	13	2,41	1,02	0,43	0,40	2,02	0,90	0,22	< LQ	< LQ	5,00	< LQ	0,62	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	1,52	1,16	2,35
14-16	15	3,69	1,39	0,62	0,42	2,18	1,60	0,36	< LQ	0,25	6,31	< LQ	0,64	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	2,79	1,53	3,24
16-18	17	2,37	1,02	0,44	0,74	1,66	1,43	0,21	< LQ	< LQ	1,96	< LQ	0,59	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	1,50	1,17	2,94
18-20	19	2,49	1,11	0,40	0,74	1,06	0,60	< LQ	< LQ	< LQ	1,54	< LQ	0,66	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	1,36	0,80	1,83
20-25	23	3,12	1,19	0,49	0,90	0,88	0,60	< LQ	< LQ	< LQ	1,09	< LQ	0,21	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	1,52	0,66	1,20
25-30	28	2,95	0,94	0,42	0,93	0,83	0,64	< LQ	< LQ	< LQ	1,14	< LQ	0,32	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	1,54	0,99	1,60
30-35	33	2,95	1,02	0,45	1,02	1,67	1,26	< LQ	< LQ	< LQ	1,94	< LQ	0,67	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,78	0,79	1,50
35-40	38	3,60	1,20	0,58	0,89	1,82	2,05	< LQ	< LQ	< LQ	3,17	< LQ	0,43	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,95	0,88	1,96
40-45	43	4,35	0,97	0,46	1,09	1,64	1,07	< LQ	< LQ	1,12	2,02	< LQ	0,46	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	1,11	0,86	1,43
45-50	48	2,02	0,73	0,33	1,02	1,57	1,55	< LQ	< LQ	2,39	2,91	< LQ	0,41	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,87	0,72	1,26
50-55	53	4,33	1,18	0,46	1,46	2,40	1,52	0,21	< LQ	3,26	2,63	< LQ	0,38	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,73	0,84	1,24
55-60	58	3,36	1,13	0,45	1,41	1,31	1,48	< LQ	< LQ	< LQ	1,01	< LQ	0,21	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,72	0,79	1,47
60-65	63	4,88	1,55	0,71	1,71	2,45	1,95	< LQ	< LQ	1,53	3,04	< LQ	0,55	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,83	0,69	1,69
65-70	68	2,84	1,24	0,52	1,33	2,01	1,74	< LQ	< LQ	< LQ	0,95	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,79	0,76	1,11
70-75	73	5,91	2,19	0,97	0,54	3,52	3,95	< LQ	< LQ	0,25	1,41	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	1,07	0,88	1,26
75-80	78	4,88	1,57	0,66	1,06	2,29	2,71	< LQ	< LQ	< LQ	1,14	< LQ	0,27	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,92	0,75	1,51
80-85	83	3,43	1,21	0,54	0,89	2,03	2,08	< LQ	< LQ	< LQ	0,83	< LQ	0,56	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	1,19	1,02	1,35
85-90	88	2,13	1,17	0,53	0,60	2,08	2,00	0,95	< LQ	< LQ	0,92	< LQ	0,55	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	1,17	1,06	1,12
90-95	93	3,24	1,08	0,47	1,57	1,93	2,38	< LQ	< LQ	< LQ	1,24	< LQ	0,22	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	1,01	0,92	1,41
95-100	98	3,65	1,43	0,59	1,13	1,10	0,70	< LQ	< LQ	2,59	2,76	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	1,04	1,10	1,43

Tabela 54: HPAs individuais (em ng g<sup>-1</sup>) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Natal (RN) (conclusão).

Camada	Prof.	C3Fen	C4Fen	Ant	Ft	Pi	C1Pi	C2Pi	BaA	Cri	C1Cri	C2Cri	BKFt	BbFt	BePi	BaPi	Per	I-Pi	DbahA	BghiPe
00-02	1	1,14	0,69	4,68	9,65	3,70	0,93	1,44	6,03	6,29	0,57	0,22	4,54	2,17	2,34	5,06	1,67	4,35	0,44	2,49
02-04	3	1,08	1,03	2,92	5,57	2,80	0,99	0,85	2,81	4,95	0,65	0,25	4,51	1,87	2,60	7,56	1,90	5,28	< LQ	4,49
04-06	5	1,13	1,03	2,03	3,39	2,06	1,02	0,56	2,66	2,57	0,52	0,43	3,37	1,64	1,63	4,65	1,59	3,15	< LQ	2,89
06-08	7	1,04	0,66	2,36	4,26	2,61	0,86	0,67	2,58	1,99	0,50	0,25	1,82	1,30	1,69	3,24	1,71	3,73	< LQ	2,54
08-10	9	0,81	0,72	2,69	3,05	2,00	0,89	0,68	2,60	2,24	0,47	0,24	0,67	0,78	1,37	3,44	1,34	3,81	< LQ	3,29
10-12	11	1,05	0,74	5,94	11,27	7,50	1,47	1,14	6,43	11,28	1,03	0,68	6,86	3,13	3,76	7,18	2,73	5,45	< LQ	4,53
12-14	13	1,10	0,71	2,63	4,38	2,65	0,84	0,78	1,63	3,15	0,40	0,32	3,36	1,63	1,61	4,68	2,89	3,29	< LQ	2,02
14-16	15	1,14	0,71	5,48	9,19	5,37	1,65	1,14	4,62	6,88	1,09	0,37	5,61	2,96	3,07	9,76	2,90	4,77	< LQ	3,77
16-18	17	0,91	0,74	2,59	5,07	3,40	0,92	0,81	2,43	3,40	0,34	0,23	3,70	1,47	1,77	4,48	1,32	2,29	< LQ	1,73
18-20	19	0,84	0,69	2,37	6,05	2,00	0,80	0,93	1,69	2,03	0,55	0,92	3,75	1,54	1,91	5,46	1,55	3,26	< LQ	2,44
20-25	23	0,74	0,61	2,60	2,59	2,03	0,78	0,41	0,23	2,13	< LQ	< LQ	3,83	1,67	2,21	4,62	1,25	3,01	< LQ	2,05
25-30	28	0,84	0,63	0,90	2,13	4,56	1,04	0,69	3,33	4,68	< LQ	< LQ	4,87	1,81	2,80	6,17	1,78	3,64	< LQ	2,22
30-35	33	0,66	0,63	0,95	1,36	0,99	0,51	0,65	0,47	< LQ	< LQ	< LQ	1,07	0,78	0,42	0,54	0,74	< LQ	< LQ	< LQ
35-40	38	0,77	0,68	1,31	1,19	0,88	0,38	0,42	0,22	< LQ	< LQ	< LQ	0,22	0,65	< LQ	0,24	0,47	< LQ	< LQ	< LQ
40-45	43	0,69	0,56	0,91	0,81	1,20	0,36	0,29	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,97	0,77	0,26	< LQ	0,72	1,45	< LQ	< LQ
45-50	48	0,67	0,63	1,10	0,63	1,21	0,49	0,35	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,60	< LQ	< LQ	2,27	< LQ	< LQ	< LQ
50-55	53	0,72	0,74	0,97	0,79	0,82	0,77	0,63	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,63	< LQ	< LQ	2,12	< LQ	< LQ	< LQ
55-60	58	0,59	0,58	0,81	0,65	0,32	0,32	0,38	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,60	< LQ	< LQ	1,75	< LQ	< LQ	< LQ
60-65	63	0,65	0,62	0,89	0,94	0,82	0,47	0,44	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,64	< LQ	< LQ	4,11	< LQ	< LQ	< LQ
65-70	68	0,64	0,61	0,96	0,87	0,44	0,40	0,51	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,63	< LQ	< LQ	1,45	< LQ	< LQ	< LQ
70-75	73	0,82	0,70	1,59	0,72	0,43	0,35	1,00	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,59	< LQ	< LQ	11,04	< LQ	< LQ	< LQ
75-80	78	0,82	0,66	1,26	0,70	0,43	0,34	0,38	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,58	< LQ	< LQ	9,51	< LQ	< LQ	< LQ
80-85	83	0,82	0,58	1,85	0,75	0,39	0,33	0,51	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,57	< LQ	< LQ	5,78	< LQ	< LQ	< LQ
85-90	88	0,74	0,49	1,63	0,68	0,37	0,31	0,50	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,62	< LQ	< LQ	7,44	< LQ	< LQ	< LQ
90-95	93	0,73	0,69	1,46	0,77	0,37	0,36	0,63	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,58	< LQ	< LQ	6,96	< LQ	< LQ	< LQ
95-100	98	0,70	0,63	1,44	0,65	0,24	0,50	0,40	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	6,61	< LQ	< LQ	< LQ

Tabela 55: HPAs individuais (em  $\text{ng g}^{-1}$ ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Barra de São Miguel (AL) (continua).

Camada	Prof.	N	2MN	1MN	C2N	C3N	C4N	Aceft	Ace	Flu	C1Flu	C2Flu	C3Flu	DBZT	C1DBZT	C2DBZT	C3DBZT	Fen	C1Fen	C2Fen
00-02	1	3,67	0,46	0,40	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,28	0,25	< LQ	< LQ	< LQ	0,30	< LQ	< LQ	< LQ	3,16	< LQ	< LQ
02-04	3	5,16	0,60	0,48	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,30	< LQ	< LQ	< LQ	0,39	< LQ	< LQ	< LQ	5,94	< LQ	< LQ
04-06	5	7,80	0,99	0,53	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,40	< LQ	< LQ	< LQ	0,31	< LQ	< LQ	< LQ	4,67	< LQ	< LQ
06-08	7	8,69	0,57	0,30	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,27	< LQ	< LQ	< LQ	0,34	< LQ	< LQ	< LQ	3,82	< LQ	< LQ
08-10	9	4,45	0,99	0,56	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,46	< LQ	< LQ	< LQ	0,26	< LQ	< LQ	< LQ	2,90	< LQ	< LQ
10-12	11	6,75	0,86	0,60	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,57	< LQ	< LQ	< LQ	0,56	< LQ	< LQ	< LQ	4,51	< LQ	< LQ
12-14	13	2,08	0,45	0,25	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,25	< LQ	< LQ	< LQ	0,26	< LQ	< LQ	< LQ	1,72	< LQ	< LQ
14-16	15	2,81	0,97	0,60	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,42	< LQ	< LQ	< LQ	0,30	< LQ	< LQ	< LQ	2,85	< LQ	< LQ
16-18	17	6,81	1,12	0,68	< LQ	< LQ	< LQ	0,20	< LQ	0,48	< LQ	< LQ	< LQ	0,34	< LQ	< LQ	< LQ	6,43	< LQ	< LQ
18-20	19	4,38	1,02	0,60	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,23	0,44	< LQ	< LQ	< LQ	0,29	< LQ	< LQ	< LQ	4,12	< LQ	< LQ
20-25	23	2,26	0,96	0,49	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,44	< LQ	< LQ	< LQ	0,20	< LQ	< LQ	< LQ	2,48	< LQ	< LQ
25-30	28	3,56	0,82	0,46	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,38	< LQ	< LQ	< LQ	0,23	< LQ	< LQ	< LQ	1,90	< LQ	< LQ
30-35	33	2,20	0,39	0,37	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,21	< LQ	< LQ	< LQ	0,25	< LQ	< LQ	< LQ	0,94	< LQ	< LQ
35-40	38	2,83	0,45	0,37	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,31	< LQ	< LQ	< LQ	0,22	< LQ	< LQ	< LQ	1,24	< LQ	< LQ
40-45	43	1,45	0,30	0,31	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,20	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,67	< LQ	< LQ
45-50	48	3,05	0,58	0,37	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,22	< LQ	< LQ	< LQ	0,31	< LQ	< LQ	< LQ	0,94	< LQ	< LQ
50-55	53	1,62	0,50	0,34	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,36	< LQ	< LQ	< LQ	0,26	< LQ	< LQ	< LQ	1,22	< LQ	< LQ
55-60	58	1,05	0,41	0,34	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,20	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,96	< LQ	< LQ
60-65	63	2,81	0,52	0,39	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,29	< LQ	< LQ	< LQ	0,25	< LQ	< LQ	< LQ	1,11	< LQ	< LQ
65-70	68	1,07	0,33	0,26	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,20	< LQ	< LQ	< LQ	0,97	< LQ	< LQ
70-75	73	1,05	0,37	0,28	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,23	< LQ	< LQ	< LQ	1,06	< LQ	< LQ

Tabela 55: HPAs individuais (em  $\text{ng g}^{-1}$ ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Barra de São Miguel (AL) (conclusão).

Camada	Prof.	C3Fen	C4Fen	Ant	Ft	Pi	C1Pi	C2Pi	BaA	Cri	C1Cri	C2Cri	BKFt	BbFt	BePi	BaPi	Per	I-Pi	DbahA	BghiPe
00-02	1	< LQ	< LQ	0,56	5,25	2,38	< LQ	< LQ	0,58	2,83	< LQ	< LQ	0,92	4,37	2,52	1,55	0,76	4,38	0,56	6,40
02-04	3	< LQ	< LQ	0,85	9,65	5,46	< LQ	< LQ	1,25	4,59	< LQ	< LQ	1,97	7,76	4,35	2,84	1,27	8,03	0,58	11,12
04-06	5	< LQ	< LQ	1,03	6,50	3,57	< LQ	< LQ	0,83	3,09	< LQ	< LQ	1,37	5,77	3,22	1,97	0,81	5,80	0,60	8,06
06-08	7	< LQ	< LQ	1,01	6,41	3,95	< LQ	< LQ	0,01	0,73	< LQ	< LQ	7,33	3,92	4,32	2,95	2,18	5,02	0,31	6,91
08-10	9	< LQ	< LQ	0,80	3,45	1,73	< LQ	< LQ	0,34	1,98	< LQ	< LQ	0,90	3,56	1,92	1,01	0,32	3,20	0,35	4,36
10-12	11	< LQ	< LQ	0,59	4,21	2,60	< LQ	< LQ	0,42	2,14	< LQ	< LQ	0,91	4,16	2,13	1,11	0,42	3,49	0,36	4,70
12-14	13	< LQ	< LQ	0,69	2,19	1,22	< LQ	< LQ	0,30	1,89	< LQ	< LQ	1,32	3,34	1,74	1,10	0,50	3,23	0,23	4,09
14-16	15	< LQ	< LQ	0,47	3,39	1,75	< LQ	< LQ	0,35	1,77	< LQ	< LQ	0,71	3,13	1,82	0,95	0,41	3,21	0,39	4,23
16-18	17	< LQ	< LQ	0,97	9,68	5,52	< LQ	< LQ	1,45	3,73	< LQ	< LQ	2,25	8,01	4,42	2,80	1,02	8,07	0,66	10,31
18-20	19	< LQ	< LQ	0,73	5,26	3,36	< LQ	< LQ	0,67	2,58	< LQ	< LQ	1,23	4,94	2,54	1,60	0,46	4,71	0,47	5,97
20-25	23	< LQ	< LQ	0,44	1,83	1,14	< LQ	< LQ	0,20	1,18	< LQ	< LQ	0,61	2,18	1,17	0,66	0,26	1,99	0,41	2,51
25-30	28	< LQ	< LQ	0,51	1,76	1,02	< LQ	< LQ	< LQ	1,15	< LQ	< LQ	0,55	1,96	1,07	0,50	0,21	1,81	0,29	1,94
30-35	33	< LQ	< LQ	0,20	1,16	0,87	< LQ	< LQ	< LQ	0,91	< LQ	< LQ	0,39	1,54	0,83	0,40	0,20	1,24	0,25	1,06
35-40	38	< LQ	< LQ	0,21	1,89	1,16	< LQ	< LQ	< LQ	0,97	< LQ	< LQ	0,59	1,68	0,96	0,55	0,27	1,52	0,30	1,66
40-45	43	< LQ	< LQ	0,20	0,43	0,30	< LQ	< LQ	< LQ	0,36	< LQ	< LQ	< LQ	0,57	0,37	< LQ	0,25	0,47	0,23	0,38
45-50	48	< LQ	< LQ	0,21	0,56	0,35	< LQ	< LQ	< LQ	0,39	< LQ	< LQ	< LQ	0,54	0,29	< LQ	0,20	0,43	0,25	0,39
50-55	53	< LQ	< LQ	0,22	0,75	0,49	< LQ	< LQ	0,29	0,36	< LQ	< LQ	< LQ	0,73	0,36	< LQ	0,20	0,47	0,25	0,34
55-60	58	< LQ	< LQ	0,23	0,42	0,23	< LQ	< LQ	< LQ	0,28	< LQ	< LQ	0,20	0,26	0,23	0,33				
60-65	63	< LQ	< LQ	0,20	0,58	0,35	< LQ	< LQ	0,31	0,63	< LQ	< LQ	< LQ	0,69	0,40	0,20	0,20	0,66	0,27	0,57
65-70	68	< LQ	< LQ	0,22	0,54	0,30	< LQ	< LQ	< LQ	0,40	0,28	< LQ	0,20	0,41	0,22	0,51				
70-75	73	< LQ	< LQ	0,20	0,49	0,27	< LQ	< LQ	< LQ	0,45	0,28	< LQ	0,20	0,39	0,22	0,46				

Tabela 56: HPAs individuais (em  $\text{ng g}^{-1}$ ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Maceió (Lagoa Mundaú) (AL) (continua).

Camada	Prof.	N	2MN	1MN	C2N	C3N	C4N	Aceft	Ace	Flu	C1Flu	C2Flu	C3Flu	DBZT	C1DBZT	C2DBZT	C3DBZT	Fen	C1Fen	C2Fen
00-02	1	6,83	1,56	1,57	2,98	3,52	5,45	<LQ	<LQ	0,26	4,05	<LQ	0,27	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	2,17	0,90	1,01
02-04	3	5,70	2,17	1,71	3,39	3,95	6,33	<LQ	0,42	0,61	5,11	<LQ	<LQ	<LQ	0,36	<LQ	<LQ	3,27	<LQ	0,93
04-06	5	5,20	1,38	0,29	0,28	4,21	6,40	<LQ	<LQ	0,65	2,99	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	1,55	0,83	0,91
06-08	7	7,54	2,93	2,85	0,28	4,50	5,59	<LQ	<LQ	0,33	2,50	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	2,15	1,04	1,06
08-10	9	13,46	4,84	4,84	<LQ	4,49	5,04	<LQ	0,34	2,54	3,85	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	14,01	2,60	1,20
10-12	11	3,41	1,62	1,53	<LQ	2,08	4,01	<LQ	<LQ	0,29	1,51	<LQ	0,29	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	2,33	1,14	1,31
12-14	13	5,33	3,37	3,28	0,40	2,92	4,74	<LQ	0,22	0,54	2,35	<LQ	0,58	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	2,66	0,95	1,34
14-16	15	7,07	4,17	4,21	0,42	4,64	5,99	<LQ	0,39	1,55	4,94	<LQ	0,70	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	4,40	1,20	1,72
16-18	17	4,74	3,62	1,44	0,74	4,74	4,86	<LQ	0,28	1,04	5,20	<LQ	0,35	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	3,71	0,96	2,01
18-20	19	4,23	2,30	0,97	0,74	3,56	3,79	<LQ	<LQ	0,58	3,40	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	2,03	1,00	0,57
20-25	23	3,10	1,17	0,56	4,50	1,59	2,30	<LQ	<LQ	2,33	5,43	<LQ	0,27	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	1,16	0,96	0,97
25-30	28	3,35	1,06	0,42	2,93	0,87	1,27	<LQ	<LQ	<LQ	1,44	<LQ	0,25	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,61	0,62	1,27
30-35	33	4,33	1,33	0,59	2,64	1,12	0,92	<LQ	<LQ	<LQ	1,66	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,63	0,63	0,93
35-40	38	4,40	1,55	0,75	3,09	1,46	1,93	<LQ	<LQ	<LQ	1,48	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,66	0,71	1,03
40-45	43	4,31	1,37	0,42	1,63	1,11	1,69	<LQ	<LQ	<LQ	0,74	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,58	0,61	0,75
45-50	48	2,55	1,20	0,50	4,30	1,58	0,91	<LQ	<LQ	<LQ	0,84	<LQ	0,34	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,61	0,78	0,73
50-55	53	4,44	1,04	0,44	5,16	0,79	0,82	<LQ	<LQ	<LQ	0,43	<LQ	0,22	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,58	0,61	0,97
55-60	58	3,54	1,07	0,37	2,51	0,99	1,03	<LQ	<LQ	<LQ	1,64	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,61	0,75	0,80
60-65	63	3,67	1,00	0,41	4,94	0,83	0,81	<LQ	<LQ	<LQ	1,07	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,59	0,60	0,83
65-70	68	3,61	0,71	0,24	6,30	0,75	0,73	<LQ	<LQ	<LQ	1,05	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,64	1,04	1,90
70-75	73	4,30	0,73	0,31	3,54	0,81	1,03	<LQ	<LQ	<LQ	0,91	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,58	0,63	1,03
75-80	78	6,83	1,56	1,57	2,98	3,52	5,45	<LQ	<LQ	0,26	4,05	<LQ	0,27	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	2,17	0,90	1,01
80-85	83	5,70	2,17	1,71	3,39	3,95	6,33	<LQ	0,42	0,61	5,11	<LQ	<LQ	<LQ	0,36	<LQ	<LQ	3,27	<LQ	0,93
85-90	88	5,20	1,38	0,29	0,28	4,21	6,40	<LQ	<LQ	0,65	2,99	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	1,55	0,83	0,91
90-95	93	7,54	2,93	2,85	0,28	4,50	5,59	<LQ	<LQ	0,33	2,50	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	2,15	1,04	1,06
95-100	98	13,46	4,84	4,84	<LQ	4,49	5,04	<LQ	0,34	2,54	3,85	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	14,01	2,60	1,20

Tabela 56: HPAs individuais (em  $\text{ng g}^{-1}$ ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Maceió (Lagoa Mundaú) (AL) (conclusão).

Camada	Prof.	C3Fen	C4Fen	Ant	Ft	Pi	C1Pi	C2Pi	BaA	Cri	C1Cri	C2Cri	BKFt	BbFt	BePi	BaPi	Per	I-Pi	DbahA	BghiPe
00-02	1	< LQ	< LQ	0,40	4,29	1,69	0,50	< LQ	0,73	1,25	< LQ	< LQ	4,14	2,95	2,26	3,55	6,22	3,39	< LQ	3,32
02-04	3	4,90	< LQ	1,13	4,72	2,28	0,68	< LQ	0,54	1,90	< LQ	< LQ	2,87	3,31	0,71	3,30	5,72	1,90	< LQ	3,71
04-06	5	0,61	< LQ	0,38	4,78	1,45	0,38	< LQ	0,28	0,44	< LQ	< LQ	1,33	0,90	0,27	0,97	1,17	0,90	< LQ	2,21
06-08	7	< LQ	< LQ	0,38	4,88	2,07	< LQ	< LQ	0,51	0,48	< LQ	< LQ	1,71	0,89	0,46	1,02	1,69	0,72	< LQ	2,30
08-10	9	0,82	< LQ	1,28	9,37	6,13	0,63	< LQ	1,24	2,37	< LQ	< LQ	7,62	1,92	2,44	5,94	2,33	7,61	< LQ	6,51
10-12	11	0,76	< LQ	0,47	4,45	3,19	0,30	< LQ	0,89	1,41	< LQ	< LQ	3,21	1,42	1,28	2,41	1,06	3,30	< LQ	3,04
12-14	13	0,74	< LQ	0,50	4,71	3,13	0,51	< LQ	0,66	1,43	< LQ	< LQ	4,70	2,00	1,89	4,21	1,57	4,32	< LQ	2,93
14-16	15	1,01	< LQ	0,92	5,38	6,76	0,69	< LQ	0,84	1,28	< LQ	< LQ	5,85	2,17	2,36	3,81	1,82	4,96	< LQ	3,65
16-18	17	0,83	< LQ	0,62	4,88	3,56	0,50	< LQ	0,77	0,85	< LQ	< LQ	4,89	1,33	1,82	3,45	3,98	3,40	< LQ	3,03
18-20	19	< LQ	< LQ	0,48	3,19	2,43	0,44	< LQ	0,54	< LQ	< LQ	< LQ	2,23	0,98	0,52	1,64	0,64	1,70	< LQ	0,75
20-25	23	0,65	< LQ	1,50	2,18	1,03	0,37	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,78	0,75	0,27	0,64	0,38	0,46	< LQ	0,30
25-30	28	< LQ	< LQ	0,35	0,78	0,36	0,31	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,57	< LQ	< LQ	0,00	< LQ	< LQ	< LQ
30-35	33	< LQ	< LQ	0,36	0,68	0,34	0,31	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,57	< LQ	< LQ	0,00	< LQ	< LQ	< LQ
35-40	38	0,60	< LQ	0,34	0,83	0,42	0,31	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,58	< LQ	< LQ	0,00	< LQ	< LQ	< LQ
40-45	43	< LQ	< LQ	0,34	0,65	0,31	0,29	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,56	< LQ	< LQ	0,00	< LQ	< LQ	< LQ
45-50	48	< LQ	< LQ	1,47	1,69	0,58	0,38	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,57	< LQ	< LQ	0,00	< LQ	< LQ	< LQ
50-55	53	0,58	< LQ	0,34	0,71	0,34	0,30	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,56	< LQ	< LQ	0,00	< LQ	< LQ	< LQ
55-60	58	0,57	< LQ	0,37	0,73	0,43	0,33	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,61	0,33	< LQ	0,00	< LQ	< LQ	< LQ
60-65	63	0,58	< LQ	0,33	0,67	0,33	0,30	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,56	< LQ	< LQ	0,00	< LQ	< LQ	< LQ
65-70	68	0,74	< LQ	0,37	0,73	0,33	< LQ	< LQ	< LQ	0,59	< LQ	< LQ	0,00	< LQ	< LQ	< LQ				
70-75	73	0,58	< LQ	0,34	0,63	0,29	0,29	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,56	< LQ	< LQ	0,00	< LQ	< LQ	< LQ
75-80	78	< LQ	< LQ	0,40	4,29	1,69	0,50	< LQ	0,73	1,25	< LQ	< LQ	4,14	2,95	2,26	3,55	6,22	3,39	< LQ	3,32
80-85	83	4,90	< LQ	1,13	4,72	2,28	0,68	< LQ	0,54	1,90	< LQ	< LQ	2,87	3,31	0,71	3,30	5,72	1,90	< LQ	3,71
85-90	88	0,61	< LQ	0,38	4,78	1,45	0,38	< LQ	0,28	0,44	< LQ	< LQ	1,33	0,90	0,27	0,97	1,17	0,90	< LQ	2,21
90-95	93	< LQ	< LQ	0,38	4,88	2,07	< LQ	< LQ	0,51	0,48	< LQ	< LQ	1,71	0,89	0,46	1,02	1,69	0,72	< LQ	2,30
95-100	98	0,82	< LQ	1,28	9,37	6,13	0,63	< LQ	1,24	2,37	< LQ	< LQ	7,62	1,92	2,44	5,94	2,33	7,61	< LQ	6,51

Tabela 57: HPAs individuais (em ng g<sup>-1</sup>) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Caravelas (BA) (continua).

Camada	Prof.	N	2MN	1MN	C2N	C3N	C4N	Aceft	Ace	Flu	C1Flu	C2Flu	C3Flu	DBZT	C1DBZT	C2DBZT	C3DBZT	Fen	C1Fen	C2Fen
00-02	1	6,42	1,92	1,07	< LQ	< LQ	< LQ	0,40	0,28	1,19	< LQ	< LQ	< LQ	0,68	< LQ	< LQ	< LQ	5,72	< LQ	< LQ
02-04	3	8,51	3,06	1,69	< LQ	< LQ	< LQ	0,38	0,34	1,13	< LQ	< LQ	< LQ	0,65	< LQ	< LQ	< LQ	5,34	< LQ	< LQ
04-06	5	3,69	1,09	0,59	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,89	< LQ	< LQ	< LQ	0,21	< LQ	< LQ	< LQ	3,04	< LQ	< LQ
06-08	7	4,54	1,40	0,71	< LQ	< LQ	< LQ	0,22	< LQ	0,78	< LQ	< LQ	< LQ	0,32	< LQ	< LQ	< LQ	2,99	< LQ	< LQ
08-10	9	0,93	0,32	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,28	< LQ	0,48	< LQ	< LQ	< LQ	0,32	< LQ	< LQ	< LQ	3,15	< LQ	< LQ
10-12	11	0,98	0,29	0,24	< LQ	< LQ	< LQ	0,28	0,25	0,39	< LQ	< LQ	< LQ	0,27	< LQ	< LQ	< LQ	2,54	< LQ	< LQ
12-14	13	3,64	0,94	0,47	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,35	< LQ	< LQ	< LQ	0,22	< LQ	< LQ	< LQ	2,15	< LQ	< LQ
14-16	15	3,66	0,86	0,50	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,20	0,33	< LQ	< LQ	< LQ	0,29	< LQ	< LQ	< LQ	1,58	< LQ	< LQ
16-18	17	3,59	0,85	0,49	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,24	0,31	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	1,75	< LQ	< LQ
18-20	19	3,55	0,92	0,45	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,23	0,33	< LQ	< LQ	< LQ	0,27	< LQ	< LQ	< LQ	1,67	< LQ	< LQ
20-25	23	3,60	0,83	0,45	< LQ	< LQ	< LQ	0,22	0,23	0,30	< LQ	< LQ	< LQ	0,38	< LQ	< LQ	< LQ	1,98	< LQ	< LQ
25-30	28	6,23	1,44	0,71	< LQ	< LQ	< LQ	0,21	< LQ	0,52	< LQ	< LQ	< LQ	0,36	< LQ	< LQ	< LQ	2,44	< LQ	< LQ
30-35	33	4,78	1,17	0,61	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,22	0,26	< LQ	< LQ	< LQ	0,24	< LQ	< LQ	< LQ	1,15	< LQ	< LQ
35-40	38	2,64	0,64	0,33	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,30	< LQ	< LQ	< LQ	0,21	< LQ	< LQ	< LQ	1,13	< LQ	< LQ
40-45	43	1,59	0,33	< LQ	< LQ	0,26	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	1,07	< LQ	< LQ				
45-50	48	2,78	0,76	0,37	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,37	< LQ	< LQ	< LQ	0,25	< LQ	< LQ	< LQ	1,50	< LQ	< LQ
50-55	53	2,68	0,64	0,32	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,24	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	1,00	< LQ	< LQ
55-60	58	2,21	0,59	0,30	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,30	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	1,27	< LQ	< LQ
60-65	63	1,70	0,49	0,25	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,25	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	1,02	< LQ	< LQ
65-70	68	2,84	0,78	0,44	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,35	< LQ	< LQ	< LQ	0,20	< LQ	< LQ	< LQ	1,33	< LQ	< LQ
70-75	73	1,73	0,43	< LQ	< LQ	0,31	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	1,13	< LQ	< LQ				
75-80	78	5,08	1,30	0,71	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,88	< LQ	< LQ	< LQ	0,24	< LQ	< LQ	< LQ	2,33	< LQ	< LQ
80-85	83	5,15	1,43	0,90	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,85	< LQ	< LQ	< LQ	0,24	< LQ	< LQ	< LQ	2,23	< LQ	< LQ

Tabela 57: HPAs individuais (em ng g<sup>-1</sup>) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Caravelas (BA) (conclusão).

Camada	Prof.	C3Fen	C4Fen	Ant	Ft	Pi	C1Pi	C2Pi	BaA	Cri	C1Cri	C2Cri	BKFt	BbFt	BePi	BaPi	Per	I-Pi	DbahA	BghiPe
00-02	1	< LQ	< LQ	0,72	7,95	7,23	< LQ	< LQ	3,21	3,59	< LQ	< LQ	8,49	6,88	6,97	6,83	7,46	6,52	1,26	3,82
02-04	3	< LQ	< LQ	0,72	7,10	5,97	< LQ	< LQ	1,42	2,49	< LQ	< LQ	8,10	5,62	5,33	5,31	6,66	5,41	1,10	3,37
04-06	5	< LQ	< LQ	0,38	4,66	2,85	< LQ	< LQ	0,29	0,80	< LQ	< LQ	4,62	3,31	2,84	4,29	2,73	2,78	0,57	1,26
06-08	7	< LQ	< LQ	0,41	6,41	3,70	< LQ	< LQ	0,93	1,36	< LQ	< LQ	6,59	5,36	3,68	4,05	4,74	3,22	0,63	0,91
08-10	9	< LQ	< LQ	0,40	8,32	8,79	< LQ	< LQ	0,25	2,29	< LQ	< LQ	6,21	4,20	4,12	4,45	5,80	3,53	0,59	2,17
10-12	11	< LQ	< LQ	0,41	6,38	3,59	< LQ	< LQ	0,40	2,11	< LQ	< LQ	7,50	5,58	4,88	5,37	6,12	3,60	0,72	2,62
12-14	13	< LQ	< LQ	0,25	4,92	4,30	< LQ	< LQ	< LQ	1,35	< LQ	< LQ	3,42	2,42	1,98	3,10	5,03	1,80	0,48	1,31
14-16	15	< LQ	< LQ	0,36	2,74	2,60	< LQ	< LQ	< LQ	0,72	< LQ	< LQ	3,66	1,60	2,05	2,07	6,20	1,64	0,41	1,22
16-18	17	< LQ	< LQ	0,28	3,30	3,01	< LQ	< LQ	< LQ	0,81	< LQ	< LQ	2,72	1,90	2,36	2,32	5,78	1,36	0,50	1,07
18-20	19	< LQ	< LQ	0,27	3,18	2,30	< LQ	< LQ	< LQ	0,67	< LQ	< LQ	2,68	1,79	1,81	2,14	5,93	1,07	0,78	1,50
20-25	23	< LQ	< LQ	0,41	5,23	2,88	< LQ	< LQ	< LQ	1,30	< LQ	< LQ	4,57	2,73	3,07	3,51	7,44	1,91	0,67	1,09
25-30	28	< LQ	< LQ	0,43	3,44	2,58	< LQ	< LQ	< LQ	0,88	< LQ	< LQ	3,56	1,80	1,67	1,83	8,26	0,89	0,45	1,26
30-35	33	< LQ	< LQ	0,25	1,99	1,66	< LQ	< LQ	< LQ	0,49	< LQ	< LQ	2,03	1,53	1,47	1,83	7,20	0,64	0,51	1,19
35-40	38	< LQ	< LQ	0,30	1,22	1,49	< LQ	< LQ	< LQ	0,33	< LQ	< LQ	1,16	0,83	1,20	1,31	8,09	0,75	0,43	0,64
40-45	43	< LQ	< LQ	0,32	0,90	1,41	< LQ	< LQ	< LQ	0,24	< LQ	< LQ	0,97	0,77	0,60	1,61	6,49	0,88	< LQ	0,55
45-50	48	< LQ	< LQ	0,26	1,63	0,91	< LQ	< LQ	< LQ	0,24	< LQ	< LQ	1,04	0,92	0,57	0,99	5,32	0,40	< LQ	0,35
50-55	53	< LQ	< LQ	0,26	0,97	0,74	< LQ	< LQ	0,95	0,82	0,62	1,92	4,95	0,36	0,39	0,40				
55-60	58	< LQ	< LQ	0,20	0,81	0,67	< LQ	< LQ	0,76	0,44	0,48	0,61	5,03	0,29	< LQ	0,24				
60-65	63	< LQ	< LQ	0,27	0,72	0,76	< LQ	< LQ	0,68	0,67	0,57	1,41	4,56	0,48	0,24	0,31				
65-70	68	< LQ	< LQ	0,28	1,31	1,06	< LQ	< LQ	< LQ	0,32	< LQ	< LQ	1,16	1,07	0,75	1,07	5,91	0,29	0,30	0,35
70-75	73	< LQ	< LQ	0,26	1,27	0,92	< LQ	< LQ	1,77	1,61	1,10	1,60	6,23	1,17	0,48	0,47				
75-80	78	< LQ	< LQ	0,32	1,36	1,00	< LQ	< LQ	1,47	1,20	0,82	2,51	6,63	0,79	0,31	0,86				
80-85	83	< LQ	< LQ	0,28	1,25	0,84	< LQ	< LQ	1,09	0,88	0,68	1,42	6,20	0,65	0,37	0,53				

Tabela 58: HPAs individuais (em ng g<sup>-1</sup>) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Magé/Suruí (RJ) (continua).

Camada	Prof.	N	2MN	1MN	C2N	C3N	C4N	Aceft	Ace	Flu	C1Flu	C2Flu	C3Flu	DBZT	C1DBZT	C2DBZT	C3DBZT	Fen	C1Fen	C2Fen
00-02	1	2,40	0,98	0,42	2,98	2,29	7,72	0,25	< LQ	0,27	6,25	2,47	19,85	5,16	< LQ	15,69	71,49	2,13	2,77	12,93
02-04	3	4,87	1,12	0,45	2,63	4,33	8,10	0,31	< LQ	0,34	5,82	2,97	17,50	6,61	< LQ	6,12	68,59	2,60	4,03	13,69
04-06	5	2,57	1,27	0,60	0,28	28,66	86,42	0,76	0,54	0,75	33,24	41,47	231,09	100,99	1,06	132,17	563,62	2,48	13,98	90,45
06-08	7	5,62	5,54	2,72	0,28	19,59	31,76	1,27	2,28	1,89	121,04	48,10	648,80	162,02	7,69	304,71	1124,37	4,72	2,14	126,79
08-10	9	1,10	1,58	0,93	< LQ	10,33	28,86	0,58	1,83	0,84	147,65	65,69	152,60	33,59	1,04	33,39	242,73	3,73	3,63	57,17
10-12	11	7,91	1,71	0,77	< LQ	23,43	93,35	1,05	7,54	1,03	179,83	58,16	280,35	78,24	2,50	200,41	1027,88	3,72	1,60	103,71
12-14	13	4,83	4,15	1,82	2,66	1,29	2,54	2,23	4,60	1,04	2,46	2,26	1,59	69,98	< LQ	< LQ	30,62	6,18	0,48	0,87
14-16	15	6,70	2,24	1,03	0,74	3,86	5,19	1,81	2,67	1,93	4,87	4,06	0,23	116,90	< LQ	233,39	763,93	15,25	0,61	1,22
16-18	17	5,94	< LQ	< LQ	0,74	4,86	7,12	2,57	< LQ	< LQ	4,32	1,44	0,63	<LQ	< LQ	< LQ	4,58	3,06	2,47	0,51
18-20	19	5,26	2,10	0,65	1,14	2,12	4,77	< LQ	1,58	0,40	1,53	3,79	0,49	3,45	< LQ	< LQ	< LQ	1,27	1,32	6,38
20-25	23	2,82	2,85	2,15	2,93	3,90	18,78	2,19	2,18	1,07	15,64	2,32	48,70	63,18	< LQ	12,25	41,69	6,08	13,27	9,28
25-30	28	6,16	3,91	2,16	0,48	3,56	22,38	0,60	5,05	0,76	15,70	12,31	43,94	50,39	< LQ	6,01	89,22	4,06	2,71	11,16
30-35	33	3,45	1,23	0,50	0,71	3,86	11,11	1,51	10,40	0,70	16,84	5,97	20,56	72,57	< LQ	5,53	64,08	2,95	2,74	4,70
35-40	38	7,98	2,07	0,99	1,06	5,00	18,34	0,50	3,36	0,65	27,16	8,56	28,69	30,81	< LQ	10,27	84,48	3,46	3,07	8,59
40-45	43	2,36	0,76	0,27	4,01	1,22	2,76	< LQ	0,23	< LQ	16,86	16,32	80,66	1,07	< LQ	8,32	153,46	0,78	0,67	1,84
45-50	48	2,73	0,93	0,34	1,75	2,31	3,41	< LQ	< LQ	< LQ	3,03	2,84	2,24	1,31	< LQ	< LQ	<LQ	0,84	2,07	2,35
50-55	53	6,12	1,36	0,56	1,41	4,57	5,74	< LQ	0,21	0,40	5,21	4,47	1,01	8,00	< LQ	< LQ	4,54	1,44	2,16	2,61
55-60	58	11,33	1,35	0,52	1,98	5,45	7,43	< LQ	< LQ	0,41	4,71	2,10	1,37	13,90	< LQ	< LQ	4,25	1,72	3,54	2,08
60-65	63	3,76	1,18	0,44	3,51	3,04	5,36	< LQ	< LQ	< LQ	2,18	4,23	1,24	3,43	< LQ	< LQ	< LQ	1,19	1,14	1,72
65-70	68	3,19	1,11	0,45	8,76	4,60	17,64	< LQ	1,00	< LQ	24,01	21,80	68,56	8,32	< LQ	12,19	<LQ	0,96	11,56	16,02
70-75	73	2,35	0,74	0,28	< LQ	4,31	20,80	< LQ	1,33	< LQ	15,01	11,95	40,57	5,79	< LQ	5,73	91,86	0,77	< LQ	10,00
75-80	78	4,38	1,27	0,47	2,18	4,57	10,92	< LQ	0,97	< LQ	16,04	6,20	19,41	10,33	< LQ	5,23	65,83	1,01	0,72	5,20
80-85	83	6,00	1,65	0,62	36,79	5,56	17,26	< LQ	1,87	0,47	25,38	8,55	26,77	8,68	< LQ	10,14	86,96	1,39	0,80	8,09
85-90	88	2,30	0,98	0,38	11,31	6,38	23,17	< LQ	4,85	0,34	16,06	15,57	23,80	5,47	< LQ	8,12	58,36	1,08	< LQ	16,16
90-95	93	6,75	1,04	1,08	4,21	4,24	14,66	<LQ	8,52	2,58	13,22	14,03	25,41	7,21	5,68	8,28	31,16	1,33	3,86	38,94
95-100	98	5,87	1,76	0,76	1,63	5,42	7,76	< LQ	0,73	0,43	5,41	0,97	1,23	8,78	< LQ	< LQ	17,39	1,24	2,55	2,11

Tabela 58: HPAs individuais (em ng g<sup>-1</sup>) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Magé/Suruí (RJ) (conclusão).

Camada	Prof.	C3Fen	C4Fen	Ant	Ft	Pi	C1Pi	C2Pi	BaA	Cri	C1Cri	C2Cri	BKFt	BbFt	BePi	BaPi	Per	I-Pi	DbahA	BghiPe
00-02	1	53,16	84,66	3,98	4,99	13,52	4,14	9,31	11,70	48,12	7,40	1,44	5,20	2,16	8,89	7,69	4,44	9,10	4,73	13,91
02-04	3	47,98	148,09	5,11	7,89	23,97	12,07	11,68	14,71	49,27	36,26	36,83	8,28	3,22	17,99	23,98	4,87	8,36	6,67	17,23
04-06	5	77,25	313,44	4,94	11,53	45,72	3,06	12,63	39,32	62,90	43,79	49,71	10,92	3,66	26,77	39,71	8,15	13,54	14,33	19,84
06-08	7	207,06	461,76	10,43	20,38	70,50	104,70	127,90	57,14	176,51	267,41	349,35	31,54	11,82	88,17	149,63	35,15	19,34	32,50	34,87
08-10	9	105,00	114,15	7,25	18,39	40,62	62,08	72,76	78,46	88,32	244,05	281,30	31,17	14,13	67,34	112,34	17,74	24,98	21,53	20,65
10-12	11	197,62	214,49	7,71	13,79	59,72	58,45	70,68	40,22	126,64	205,53	226,84	16,88	5,74	39,63	62,74	12,47	8,88	14,73	21,16
12-14	13	5,15	3,23	8,98	16,32	27,13	3,30	3,11	39,35	58,65	10,97	10,32	16,85	24,85	20,65	30,48	7,62	7,36	14,06	17,37
14-16	15	1,72	1,22	18,05	5,88	80,51	< LQ	< LQ	59,98	122,26	5,38	2,11	28,76	5,00	74,95	37,55	11,00	12,67	18,02	21,84
16-18	17	0,51	0,51	4,81	1,06	12,47	0,28	< LQ	< LQ	< LQ	3,40	1,29	5,36	1,10	9,59	5,12	2,32	1,31	7,15	2,73
18-20	19	13,89	10,47	2,09	0,80	9,78	16,22	15,79	4,58	13,16	36,96	37,50	3,02	1,39	2,84	2,93	1,70	7,89	1,44	1,85
20-25	23	31,87	28,61	7,54	1,89	5,24	6,42	16,83	5,36	7,05	44,16	49,83	2,39	2,85	14,76	37,33	28,48	6,50	76,26	53,13
25-30	28	33,00	26,51	8,25	3,55	37,33	19,46	24,71	42,23	68,76	43,69	45,99	9,49	3,55	27,45	17,39	4,72	7,79	11,35	13,11
30-35	33	20,94	13,81	6,00	5,70	74,24	10,08	10,11	83,40	142,17	49,78	45,79	69,81	14,47	66,27	69,04	14,42	11,54	17,51	32,17
35-40	38	29,71	15,95	7,13	8,56	23,59	14,37	14,14	30,91	76,86	68,53	65,57	16,70	5,23	21,64	14,08	7,93	1,40	4,79	12,62
40-45	43	2,54	2,24	0,95	3,43	4,14	2,91	2,75	2,37	2,40	5,29	5,18	1,28	0,92	0,69	2,18	0,60	< LQ	< LQ	0,44
45-50	48	5,53	4,10	1,08	3,18	5,85	6,69	6,49	2,78	5,39	12,74	12,12	2,34	1,14	1,43	3,84	2,16	< LQ	< LQ	1,02
50-55	53	2,98	2,61	2,42	4,35	4,45	2,65	1,45	2,03	4,25	7,38	4,26	2,95	1,27	1,60	2,40	3,26	0,47	< LQ	2,24
55-60	58	3,51	2,03	3,06	5,65	6,97	3,41	0,86	2,90	4,23	5,49	3,47	5,61	1,64	2,60	4,39	6,14	0,67	0,49	3,28
60-65	63	1,99	1,51	1,99	0,66	3,23	2,27	1,39	1,26	2,12	2,86	2,15	1,63	0,95	0,75	1,90	1,37	< LQ	< LQ	0,68
65-70	68	40,23	22,96	1,41	1,17	14,88	37,07	46,49	10,00	27,24	74,32	75,76	4,11	1,60	8,38	10,02	2,91	0,54	0,98	2,72
70-75	73	26,22	21,39	1,05	1,08	9,51	24,24	29,94	5,68	15,39	44,07	46,27	1,40	0,93	2,63	3,83	1,62	0,35	0,32	0,39
75-80	78	17,26	11,96	1,51	0,67	7,27	14,05	14,08	4,73	17,85	49,90	46,08	0,88	0,84	2,86	1,26	0,61	< LQ	< LQ	< LQ
80-85	83	23,78	13,55	2,34	0,69	9,79	18,71	18,46	6,69	25,41	67,86	65,02	1,47	1,04	4,02	2,96	1,02	0,33	1,04	0,47
85-90	88	40,58	38,83	1,70	1,55	18,64	44,35	60,05	10,65	26,96	77,66	93,13	3,66	1,69	4,34	11,66	3,23	0,37	3,37	3,58
90-95	93	95,79	64,95	29,40	2,81	27,09	57,73	68,29	18,34	48,38	128,84	168,94	4,81	1,39	2,60	9,90	3,22	0,50	0,90	1,90
95-100	98	4,13	2,40	2,09	6,99	7,46	4,67	2,54	4,46	6,66	7,83	4,13	6,10	1,93	2,99	7,71	3,50	1,17	0,64	3,56

Tabela 59: HPAs individuais (em  $\text{ng g}^{-1}$ ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Florianópolis (SC) (continua).

Camada	Prof.	N	2MN	1MN	C2N	C3N	C4N	Aceft	Ace	Flu	C1Flu	C2Flu	C3Flu	DBZT	C1DBZT	C2DBZT	C3DBZT	Fen	C1Fen	C2Fen
00-02	1	4,21	2,04	1,19	< LQ	< LQ	< LQ	0,21	0,22	1,41	<LQ	<LQ	<LQ	1,08	<LQ	<LQ	<LQ	10,49	<LQ	<LQ
02-04	3	3,70	1,70	0,80	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	1,34	<LQ	<LQ	<LQ	0,86	<LQ	<LQ	<LQ	8,40	<LQ	<LQ
04-06	5	4,55	2,89	1,78	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	1,33	<LQ	<LQ	<LQ	1,05	<LQ	<LQ	<LQ	10,35	<LQ	<LQ
06-08	7	3,15	1,68	1,03	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	1,17	<LQ	<LQ	<LQ	0,76	<LQ	<LQ	<LQ	6,25	<LQ	<LQ
08-10	9	3,00	1,50	0,90	< LQ	< LQ	< LQ	0,21	0,21	1,24	<LQ	<LQ	<LQ	0,98	<LQ	<LQ	<LQ	5,20	<LQ	<LQ
10-12	11	1,81	0,65	0,40	< LQ	< LQ	< LQ	0,21	< LQ	0,59	<LQ	<LQ	<LQ	0,54	<LQ	<LQ	<LQ	4,20	<LQ	<LQ
12-14	13	3,57	1,40	0,87	< LQ	< LQ	< LQ	0,28	< LQ	0,94	<LQ	<LQ	<LQ	0,86	<LQ	<LQ	<LQ	6,37	<LQ	<LQ
14-16	15	4,69	1,57	0,96	< LQ	< LQ	< LQ	0,30	< LQ	1,06	<LQ	<LQ	<LQ	1,18	<LQ	<LQ	<LQ	7,83	<LQ	<LQ
16-18	17	2,65	< LQ	0,27	< LQ	0,58	<LQ	<LQ	<LQ	0,74	<LQ	<LQ	<LQ	4,49	<LQ	<LQ				
18-20	19	1,65	0,46	0,24	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,67	<LQ	<LQ	<LQ	0,69	<LQ	<LQ	<LQ	5,94	<LQ	<LQ
20-25	23	2,39	0,76	0,52	< LQ	< LQ	< LQ	0,21	< LQ	0,59	<LQ	<LQ	<LQ	0,76	<LQ	<LQ	<LQ	4,14	<LQ	<LQ
25-30	28	2,01	0,20	< LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,20	< LQ	0,70	<LQ	<LQ	<LQ	1,26	<LQ	<LQ	<LQ	4,41	<LQ	<LQ
30-35	33	3,21	0,82	0,62	<LQ	<LQ	<LQ	0,28	< LQ	0,90	<LQ	<LQ	<LQ	0,87	<LQ	<LQ	<LQ	5,34	<LQ	<LQ
35-40	38	1,86	0,37	0,27	<LQ	<LQ	<LQ	0,26	< LQ	0,85	<LQ	<LQ	<LQ	0,77	<LQ	<LQ	<LQ	6,14	<LQ	<LQ
40-45	43	4,57	1,13	0,78	<LQ	<LQ	<LQ	0,23	< LQ	0,60	<LQ	<LQ	<LQ	0,39	<LQ	<LQ	<LQ	3,03	<LQ	<LQ
45-50	48	3,97	1,63	1,22	<LQ	<LQ	<LQ	0,39	< LQ	1,05	<LQ	<LQ	<LQ	0,74	<LQ	<LQ	<LQ	3,64	<LQ	<LQ
50-55	53	3,93	1,35	0,85	<LQ	<LQ	<LQ	0,53	< LQ	1,04	<LQ	<LQ	<LQ	0,64	<LQ	<LQ	<LQ	2,78	<LQ	<LQ
55-60	58	3,54	1,32	1,08	<LQ	<LQ	<LQ	0,36	0,28	1,25	<LQ	<LQ	<LQ	0,69	<LQ	<LQ	<LQ	3,43	<LQ	<LQ
60-65	63	3,02	0,79	0,58	<LQ	<LQ	<LQ	< LQ	0,29	0,35	<LQ	<LQ	<LQ	0,38	<LQ	<LQ	<LQ	2,16	<LQ	<LQ
65-70	68	3,49	0,88	0,51	<LQ	<LQ	<LQ	< LQ	0,24	0,27	<LQ	<LQ	<LQ	< LQ	<LQ	<LQ	<LQ	1,43	<LQ	<LQ
70-75	73	0,21	< LQ	< LQ	<LQ	<LQ	<LQ	< LQ	0,25	0,25	<LQ	<LQ	<LQ	< LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,98	<LQ	<LQ
75-80	78	3,60	1,09	0,62	<LQ	<LQ	<LQ	< LQ	0,28	0,37	<LQ	<LQ	<LQ	0,23	<LQ	<LQ	<LQ	1,62	<LQ	<LQ

Tabela 59: HPAs individuais (em ng g<sup>-1</sup>) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Florianópolis (SC) (conclusão).

Camada	Prof.	C3Fen	C4Fen	Ant	Ft	Pi	C1Pi	C2Pi	BaA	Cri	C1Cri	C2Cri	BKFt	BbFt	BePi	BaPi	Per	I-Pi	DbahA	BghiPe
00-02	1	<LQ	<LQ	11,14	5,70	3,50	<LQ	<LQ	1,60	2,64	<LQ	<LQ	2,17	6,12	2,84	2,56	6,30	3,50	1,50	1,00
02-04	3	<LQ	<LQ	8,50	5,00	2,95	<LQ	<LQ	1,30	2,20	<LQ	<LQ	1,80	5,20	2,80	2,20	3,70	4,00	1,70	4,00
04-06	5	<LQ	<LQ	10,82	8,44	4,05	<LQ	<LQ	2,20	2,73	<LQ	<LQ	2,20	7,82	3,73	3,41	8,03	4,20	1,60	1,50
06-08	7	<LQ	<LQ	6,49	4,81	2,16	<LQ	<LQ	2,00	4,01	<LQ	<LQ	3,27	5,35	2,41	2,81	2,89	2,70	<LQ	3,40
08-10	9	<LQ	<LQ	3,90	4,70	2,43	<LQ	<LQ	1,90	2,50	<LQ	<LQ	2,30	5,10	2,30	1,80	2,60	3,80	1,60	2,90
10-12	11	<LQ	<LQ	4,34	3,66	2,02	<LQ	<LQ	0,94	0,77	<LQ	<LQ	1,78	5,41	2,23	2,56	1,89	2,50	<LQ	1,60
12-14	13	<LQ	<LQ	6,56	7,61	3,78	<LQ	<LQ	2,45	2,48	<LQ	<LQ	2,30	7,91	3,16	3,62	2,84	3,60	1,60	1,50
14-16	15	<LQ	<LQ	8,19	8,19	4,44	<LQ	<LQ	1,89	3,32	<LQ	<LQ	3,22	9,81	4,25	4,75	4,82	4,82	0,90	1,00
16-18	17	<LQ	<LQ	4,70	7,64	5,64	<LQ	<LQ	1,98	3,34	<LQ	<LQ	3,80	5,00	4,43	4,85	6,64	6,48	0,58	0,90
18-20	19	<LQ	<LQ	6,23	8,34	5,28	<LQ	<LQ	2,74	3,23	<LQ	<LQ	2,54	7,51	3,37	3,68	4,52	4,38	0,39	0,70
20-25	23	<LQ	<LQ	4,32	9,26	3,94	<LQ	<LQ	2,45	3,25	<LQ	<LQ	3,20	7,98	3,48	3,88	5,92	3,50	0,32	0,90
25-30	28	<LQ	<LQ	4,78	8,14	3,91	<LQ	<LQ	2,42	4,28	<LQ	<LQ	3,95	11,95	5,16	5,80	8,08	6,28	0,46	0,70
30-35	33	<LQ	<LQ	5,64	8,62	4,28	<LQ	<LQ	2,16	3,52	<LQ	<LQ	2,99	8,07	3,41	3,69	5,69	3,20	0,95	3,14
35-40	38	<LQ	<LQ	6,34	12,06	5,35	<LQ	<LQ	2,45	5,10	<LQ	<LQ	4,36	13,76	5,20	5,61	7,56	6,83	0,41	2,80
40-45	43	<LQ	<LQ	6,23	6,00	3,87	<LQ	<LQ	1,38	2,55	<LQ	<LQ	2,10	5,26	2,29	2,29	5,85	2,76	0,30	1,18
45-50	48	<LQ	<LQ	7,00	13,27	7,12	<LQ	<LQ	3,05	6,16	<LQ	<LQ	3,26	10,77	4,79	3,70	6,37	4,96	0,31	3,20
50-55	53	<LQ	<LQ	2,88	17,91	10,57	<LQ	<LQ	4,10	7,72	<LQ	<LQ	4,78	12,90	5,38	4,88	7,44	5,25	0,30	1,60
55-60	58	<LQ	<LQ	1,98	13,10	9,56	<LQ	<LQ	3,43	6,71	<LQ	<LQ	3,67	12,02	4,23	4,65	4,82	4,46	0,39	1,90
60-65	63	<LQ	<LQ	2,37	3,51	2,19	<LQ	<LQ	0,78	1,46	<LQ	<LQ	1,03	2,96	1,27	1,45	2,53	1,30	0,23	2,80
65-70	68	<LQ	<LQ	1,56	1,70	1,01	<LQ	<LQ	0,90	1,89	<LQ	<LQ	1,33	3,03	1,88	1,98	2,28	2,20	0,26	0,70
70-75	73	<LQ	<LQ	1,04	1,00	0,49	<LQ	<LQ	<LQ	0,29	<LQ	<LQ	0,30	1,13	0,42	<LQ	2,18	1,30	0,24	0,70
75-80	78	<LQ	<LQ	1,75	2,02	1,08	<LQ	<LQ	0,39	0,80	<LQ	<LQ	0,71	1,97	0,76	0,99	2,21	1,30	0,23	0,60
80-85	83	<LQ	<LQ	11,14	5,70	3,50	<LQ	<LQ	1,60	2,64	<LQ	<LQ	2,17	6,12	2,84	2,56	6,30	3,50	1,50	1,00
85-90	88	<LQ	<LQ	8,50	5,00	2,95	<LQ	<LQ	1,30	2,20	<LQ	<LQ	1,80	5,20	2,80	2,20	3,70	4,00	1,70	4,00
90-95	93	<LQ	<LQ	10,82	8,44	4,05	<LQ	<LQ	2,20	2,73	<LQ	<LQ	2,20	7,82	3,73	3,41	8,03	4,20	1,60	1,50
95-100	98	<LQ	<LQ	6,49	4,81	2,16	<LQ	<LQ	2,00	4,01	<LQ	<LQ	3,27	5,35	2,41	2,81	2,89	2,70	<LQ	3,40

Tabela 60: Esteróis e Triterpenos individuais (em  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em São Caetano de Odivelas (PA).

Camada	Prof.	$27\Delta^0$ $\beta$	Epi $27\Delta^0\beta$	Copros- tanona	$28$ $\Delta^5$	$27$ $\Delta^5$	$28$ $\Delta^{5,22}$	$29$ $\Delta^{5,22}$	$30$ $\Delta^{22}$	$28$ $\Delta^0$	$27$ $\Delta^0$	$29\Delta^0$	Taraxerol	$29$ $\Delta^5$	$\beta$ - amirina	$29$ $\Delta^{22}$	Lupeol	$\alpha$ - amirina
00-02	1	0,28	0,18	<LQ	2,04	2,37	0,40	2,82	0,61	2,40	2,69	14,68	67,26	13,71	29,19	0,45	9,00	1,93
02-04	3	0,28	0,20	<LQ	1,85	2,20	0,41	2,71	0,57	2,35	2,54	14,25	78,21	11,92	28,34	0,50	8,74	2,10
04-06	5	0,28	0,21	<LQ	2,14	1,52	0,43	3,06	0,62	2,11	2,55	19,59	84,87	15,33	28,69	0,45	7,03	3,58
06-08	7	0,24	0,18	<LQ	2,66	1,13	0,39	4,03	0,51	2,25	1,73	19,40	76,99	24,01	27,74	0,48	9,53	14,46
08-10	9	0,23	0,17	<LQ	1,50	0,90	<LQ	3,31	0,67	1,71	1,13	12,94	55,10	14,66	26,46	<LQ	6,36	1,62
10-12	11	0,22	0,17	<LQ	1,11	0,55	0,43	2,40	0,47	1,18	0,96	9,06	72,90	14,59	18,40	<LQ	7,73	4,01
12-14	13	0,22	0,17	<LQ	1,09	0,49	0,41	2,76	0,35	0,92	0,83	6,90	43,47	12,31	12,43	<LQ	9,53	3,54
14-16	15	0,22	0,18	<LQ	1,08	0,53	0,41	3,64	0,31	0,96	0,58	5,40	69,43	12,16	17,81	<LQ	9,54	3,08
16-18	17	0,23	0,18	<LQ	2,29	0,87	<LQ	3,86	0,75	1,64	0,61	11,77	71,99	22,64	21,78	0,49	8,11	3,46
18-20	19	0,23	0,19	<LQ	1,17	0,56	0,37	3,31	0,39	0,84	0,59	6,69	91,66	14,26	21,38	<LQ	7,74	3,90
20-25	23	0,23	0,17	<LQ	1,01	0,50	0,40	2,46	0,35	0,81	0,52	8,41	75,38	12,87	35,34	<LQ	6,66	3,48
25-30	28	0,22	0,18	<LQ	1,08	0,48	0,40	3,13	0,50	0,93	0,59	7,41	108,42	9,71	25,47	<LQ	7,73	1,72
30-35	33	0,23	0,17	<LQ	0,92	0,49	0,41	2,17	0,50	0,95	0,78	12,75	54,43	<LQ	82,97	0,44	9,78	3,29
35-40	38	0,22	0,17	<LQ	1,74	0,44	0,40	4,45	0,48	1,45	0,56	16,68	80,82	22,36	55,13	<LQ	9,66	4,57
40-45	43	0,22	0,17	<LQ	2,68	0,57	<LQ	5,11	0,75	2,10	0,53	13,07	100,06	25,65	39,57	<LQ	9,12	2,62
45-50	48	0,22	0,18	<LQ	0,78	0,46	<LQ	1,51	0,41	0,58	0,46	14,43	46,36	14,74	81,29	<LQ	5,70	2,59
50-55	53	0,22	0,17	<LQ	1,13	0,55	<LQ	2,67	0,57	0,97	0,72	16,50	71,64	22,70	93,53	<LQ	8,74	7,12
55-60	58	0,22	0,17	<LQ	0,80	0,56	0,39	2,25	0,52	0,88	0,59	15,11	99,04	18,47	70,48	0,45	5,52	3,48
60-65	63	0,22	0,18	<LQ	1,08	0,55	0,40	1,98	0,42	0,79	0,51	7,86	135,46	29,51	33,98	0,48	1,83	1,78
65-70	68	0,23	0,18	<LQ	1,01	0,53	0,39	2,27	0,48	0,68	0,65	16,94	82,21	16,29	74,55	0,42	7,39	4,33
70-75	73	0,22	0,17	<LQ	0,71	0,43	<LQ	1,52	0,46	0,62	0,49	14,57	32,84	14,71	71,89	0,44	4,42	2,66

Tabela 61: Esteróis e Triterpenos individuais (em  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Extremoz (RN).

Camada	Prof.	$27\Delta^0$ $\beta$	Epi $27\Delta^0\beta$	Copros- tanona	$28$ $\Delta^5$	$27$ $\Delta^5$	$28$ $\Delta^{5,22}$	$29$ $\Delta^{5,22}$	$30$ $\Delta^{22}$	$28$ $\Delta^0$	$27$ $\Delta^0$	$29\Delta^0$	Taraxerol	$29$ $\Delta^5$	$\beta$ - amirina	$29$ $\Delta^{22}$	Lupeol	$\alpha$ - amirina
00-02	1	0,43	0,19	0,73	4,30	3,16	0,54	7,56	<LQ	2,10	2,50	17,16	99,43	35,84	73,97	0,45	8,13	5,77
02-04	3	0,37	0,18	0,53	1,95	2,35	0,42	3,73	0,39	1,04	1,09	10,47	72,66	18,25	33,88	<LQ	5,85	2,07
04-06	5	0,36	0,17	0,41	1,08	0,71	0,37	1,87	<LQ	0,63	0,71	5,60	63,69	11,41	22,74	<LQ	3,66	1,30
06-08	7	0,23	0,17	<LQ	1,50	0,62	<LQ	2,68	0,31	0,77	0,69	6,22	67,94	12,36	21,71	0,43	4,01	1,51
08-10	9	0,22	0,17	<LQ	1,22	0,50	0,40	2,60	0,38	0,81	0,62	6,85	72,86	12,50	22,84	<LQ	3,38	1,63
10-12	11	0,23	0,18	<LQ	2,24	0,72	0,42	4,82	0,43	1,07	0,77	14,54	107,26	19,05	39,84	0,45	9,65	1,94
12-14	13	0,23	0,18	<LQ	2,16	0,71	0,44	3,94	0,51	1,34	0,82	12,97	99,31	19,19	37,31	<LQ	8,80	2,66
14-16	15	0,23	0,17	<LQ	2,58	0,66	0,41	5,00	0,49	1,22	0,68	10,02	87,88	17,88	29,89	0,47	5,14	2,55
16-18	17	0,22	0,17	<LQ	2,64	0,50	0,43	4,46	0,50	1,02	0,52	7,84	70,53	20,19	26,01	<LQ	7,16	2,03
18-20	19	0,22	0,17	<LQ	1,78	0,38	0,38	2,91	0,28	0,80	0,46	4,55	47,49	13,49	14,79	<LQ	6,09	2,20
20-25	23	0,24	0,18	<LQ	3,43	0,75	0,46	2,43	0,39	0,91	0,68	3,43	65,87	73,41	35,32	<LQ	7,23	3,74
25-30	28	0,25	0,19	<LQ	5,50	1,07	0,67	11,40	0,74	2,40	1,74	17,14	158,12	32,83	66,36	0,48	8,68	5,54
30-35	33	0,24	0,17	<LQ	3,14	0,52	0,44	5,89	0,48	1,22	0,60	14,67	132,85	23,03	43,35	0,45	9,50	2,77
35-40	38	0,23	0,18	<LQ	1,77	0,50	0,40	3,62	<LQ	0,70	0,48	6,28	125,24	14,16	24,66	<LQ	8,31	1,61
40-45	43	0,23	0,18	<LQ	1,33	0,48	<LQ	3,45	<LQ	0,60	0,48	8,57	114,44	12,88	30,94	<LQ	9,45	2,17
45-50	48	0,23	0,18	<LQ	2,10	0,71	0,45	4,56	0,40	0,73	0,46	11,61	113,80	17,75	41,50	0,46	9,28	2,96
50-55	53	0,24	0,18	<LQ	2,31	0,76	0,44	5,99	<LQ	0,78	0,54	15,22	174,27	19,65	64,07	<LQ	9,63	2,28
55-60	58	0,22	0,17	<LQ	0,70	0,53	0,43	1,70	<LQ	<LQ	0,52	4,15	95,42	5,86	21,90	<LQ	18,17	0,90
60-65	63	0,22	0,17	<LQ	1,10	0,50	0,43	2,78	<LQ	0,47	0,52	7,13	115,39	10,65	35,59	0,43	4,23	2,08
65-70	68	0,23	0,19	<LQ	1,75	0,55	0,42	4,50	<LQ	0,68	0,52	13,89	137,03	18,79	49,14	0,43	33,01	3,98
70-75	73	0,24	0,17	<LQ	2,10	0,60	<LQ	4,75	<LQ	0,85	0,53	10,25	131,31	18,75	33,16	<LQ	10,09	3,43

Tabela 62: Esteróis e Triterpenos individuais ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) nas camadas sedimentares (cm) do manguezal em Natal(RN).

Camada	Prof.	$27\Delta^0$ $\beta$	Epi $27\Delta^0\beta$	Copros- tanona	28 $\Delta^5$	27 $\Delta^5$	28 $\Delta^{5,22}$	29 $\Delta^{5,22}$	30 $\Delta^{22}$	28 $\Delta^0$	27 $\Delta^0$	$29\Delta^0$	Taraxerol	29 $\Delta^5$	$\beta$ - amirina	29 $\Delta^{22}$	Lupeol	$\alpha$ - amirina
00-02	1	2,81	0,25	1,16	3,71	4,53	4,98	10,34	12,64	1,77	0,55	17,20	158,20	40,86	40,68	<LQ	0,05	4,45
02-04	3	2,95	0,20	0,79	3,56	2,14	2,30	9,64	10,20	1,08	0,49	15,88	142,33	27,11	36,13	<LQ	27,06	3,13
04-06	5	2,26	0,18	0,85	4,52	2,74	4,18	14,96	10,15	1,63	0,78	15,55	189,46	45,50	31,52	<LQ	5,54	3,30
06-08	7	1,48	0,11	0,70	4,46	2,38	3,54	11,38	7,92	1,29	0,53	12,96	110,75	23,79	15,15	<LQ	61,25	2,90
08-10	9	0,42	0,10	0,48	0,82	0,55	0,58	3,21	5,21	0,62	0,62	4,75	102,56	14,51	14,60	<LQ	0,05	2,71
10-12	11	0,37	0,13	<LQ	1,94	0,59	0,69	4,76	6,71	0,81	0,83	8,59	129,61	23,85	20,90	<LQ	0,05	2,64
12-14	13	0,29	0,11	0,39	1,49	0,47	0,51	4,50	6,17	0,63	0,66	6,14	126,34	20,58	17,75	<LQ	17,47	2,46
14-16	15	0,28	0,12	0,41	2,17	0,54	0,61	7,06	7,31	1,00	0,63	10,50	114,64	26,47	19,73	<LQ	0,05	3,66
16-18	17	0,27	0,11	0,36	1,48	0,45	1,93	5,69	4,85	0,66	0,51	7,68	137,49	18,29	14,63	<LQ	8,98	2,46
18-20	19	0,24	0,11	0,39	1,96	0,51	0,56	6,26	4,48	0,65	0,52	7,48	139,21	22,15	14,35	<LQ	0,05	2,41
20-25	23	0,23	0,10	0,41	0,39	0,39	0,43	1,01	4,32	0,47	0,50	1,16	141,69	23,65	4,82	<LQ	0,93	0,43
25-30	28	0,25	0,13	0,43	1,82	0,48	0,60	7,07	5,23	0,68	0,50	5,60	153,29	22,56	14,97	<LQ	13,07	3,25
30-35	33	0,22	0,11	0,34	0,97	0,42	0,47	2,46	3,74	0,50	0,42	4,90	76,01	13,91	13,84	<LQ	0,05	3,39
35-40	38	0,23	0,11	0,39	2,63	0,58	0,84	10,33	7,97	0,96	0,52	10,53	96,35	22,27	21,82	<LQ	0,05	5,29
40-45	43	0,23	0,10	0,36	1,86	0,44	0,71	6,87	5,86	0,84	0,48	1,12	14,70	23,72	20,15	<LQ	6,88	<LQ
45-50	48	0,27	0,11	0,40	1,33	0,61	0,67	5,58	13,14	0,79	0,45	11,58	17,44	26,67	28,58	<LQ	9,78	2,72
50-55	53	0,28	0,10	0,33	1,14	0,53	0,59	4,68	8,35	0,71	0,43	7,65	20,01	20,77	13,74	<LQ	9,55	3,68
55-60	58	0,26	<LQ	0,34	0,89	0,43	0,53	1,30	6,23	0,53	0,43	5,24	15,27	31,28	16,01	<LQ	8,72	1,55
60-65	63	0,26	0,11	0,40	0,37	0,71	0,70	1,64	4,87	0,58	0,47	16,94	13,28	21,68	12,87	<LQ	0,05	<LQ
65-70	68	0,26	0,12	0,43	0,49	0,50	3,83	1,56	3,18	0,76	0,55	12,30	11,68	89,46	17,13	<LQ	0,05	<LQ
70-75	73	0,27	<LQ	0,35	0,80	0,47	0,71	2,06	3,55	0,66	0,46	12,46	18,28	56,75	15,87	<LQ	3,95	<LQ
75-80	78	0,25	<LQ	0,41	0,62	0,38	<LQ	6,54	3,68	0,57	<LQ	16,44	13,42	145,71	26,73	<LQ	6,98	<LQ
80-85	83	0,31	<LQ	0,51	0,91	0,54	0,65	5,36	2,18	<LQ	<LQ	14,94	15,27	145,46	21,17	<LQ	0,05	8,01
85-90	88	0,29	0,13	<LQ	0,52	0,62	<LQ	5,40	12,64	<LQ	<LQ	16,06	12,38	131,79	16,83	1,28	14,85	<LQ
90-95	93	0,29	<LQ	0,50	<LQ	0,39	0,79	5,46	10,20	<LQ	<LQ	15,43	13,24	167,84	1,84	1,12	14,02	<LQ
95-100	98	0,26	0,13	<LQ	0,60	0,57	0,79	3,42	10,15	<LQ	<LQ	14,29	15,32	15,43	28,62	0,55	0,05	29,09

Tabela 63: Esteróis e Triterpenos individuais (em  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Barra de São Miguel (AL).

Camada	Prof.	$27\Delta^0$ $\beta$	Epi $27\Delta^0\beta$	Copros- tanona	$28$ $\Delta^5$	$27$ $\Delta^5$	$28$ $\Delta^{5,22}$	$29$ $\Delta^{5,22}$	$30$ $\Delta^{22}$	$28$ $\Delta^0$	$27$ $\Delta^0$	$29\Delta^0$	Taraxerol	$29$ $\Delta^5$	$\beta$ - amirina	$29$ $\Delta^{22}$	Lupeol	$\alpha$ - amirina
00-02	1	0,23	0,17	0,40	0,29	0,36	<LQ	0,34	<LQ	0,38	0,38	0,37	12,83	5,36	0,09	<LQ	1,74	0,14
02-04	3	0,26	0,19	0,41	0,29	0,37	<LQ	0,36	<LQ	<LQ	0,41	0,59	23,55	2,29	0,89	<LQ	6,30	0,02
04-06	5	0,24	0,17	0,39	0,29	0,35	<LQ	0,35	<LQ	<LQ	<LQ	0,41	13,96	3,73	0,19	<LQ	1,99	<LQ
06-08	7	0,25	0,18	0,41	0,29	0,40	0,41	0,35	<LQ	<LQ	<LQ	0,45	20,60	2,09	0,37	<LQ	4,21	<LQ
08-10	9	0,22	0,17	0,40	0,30	0,37	<LQ	0,35	<LQ	0,39	<LQ	0,42	13,65	1,78	0,12	<LQ	4,40	<LQ
10-12	11	0,22	0,17	0,40	0,29	0,36	<LQ	0,35	<LQ	0,38	<LQ	0,40	12,40	1,15	0,12	<LQ	2,35	<LQ
12-14	13	0,22	0,17	0,40	0,29	0,34	<LQ	0,35	<LQ	0,38	<LQ	0,37	16,56	1,78	0,11	<LQ	1,53	<LQ
14-16	15	0,22	0,17	0,39	0,28	0,34	<LQ	0,34	<LQ	0,38	<LQ	0,37	14,20	3,67	0,08	<LQ	1,07	0,05
16-18	17	0,24	0,18	0,44	0,30	0,36	<LQ	0,37	<LQ	0,40	<LQ	0,47	20,64	4,07	0,49	<LQ	5,81	<LQ
18-20	19	0,24	0,18	0,43	0,32	0,57	<LQ	0,56	<LQ	0,43	<LQ	0,55	24,96	3,24	1,01	0,44	8,52	0,32
20-25	23	0,24	0,18	0,40	0,29	0,41	<LQ	0,35	<LQ	0,40	<LQ	0,41	14,95	4,69	0,35	<LQ	3,37	<LQ
25-30	28	0,24	0,19	0,39	0,29	0,38	<LQ	0,35	<LQ	<LQ	<LQ	0,42	31,89	4,15	0,43	<LQ	2,47	<LQ
30-35	33	0,24	0,20	0,40	0,31	0,40	<LQ	0,35	<LQ	<LQ	<LQ	0,43	22,64	5,21	0,43	<LQ	4,89	0,40
35-40	38	0,23	0,21	0,39	0,31	0,36	<LQ	0,45	<LQ	<LQ	<LQ	0,48	24,30	4,62	0,99	<LQ	8,19	0,58
40-45	43	0,23	0,17	0,39	0,28	0,37	<LQ	0,36	<LQ	<LQ	<LQ	0,43	29,34	5,69	0,92	<LQ	2,50	<LQ
45-50	48	0,25	0,18	0,40	<LQ	0,40	<LQ	0,37	<LQ	<LQ	<LQ	0,49	29,58	4,27	0,39	<LQ	5,48	<LQ
50-55	53	0,23	0,21	0,40	<LQ	0,41	<LQ	0,35	<LQ	<LQ	<LQ	0,42	26,46	5,20	0,39	<LQ	2,80	<LQ
55-60	58	0,24	0,19	0,40	<LQ	0,38	<LQ	0,36	<LQ	<LQ	<LQ	0,41	45,00	3,17	0,58	<LQ	3,84	<LQ
60-65	63	0,24	0,17	0,40	<LQ	0,40	<LQ	0,38	<LQ	<LQ	<LQ	0,40	39,86	1,62	0,45	<LQ	6,76	<LQ
65-70	68	0,23	0,17	0,39	<LQ	0,43	<LQ	0,35	<LQ	<LQ	<LQ	0,39	10,49	0,74	0,18	<LQ	5,47	<LQ
70-75	73	0,22	0,16	0,38	<LQ	0,39	<LQ	0,36	<LQ	<LQ	<LQ	0,39	2,85	0,71	0,10	<LQ	4,39	<LQ

Tabela 64: Esteróis e Triterpenos individuais (em  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Maceió (Lagoa Mundaú) (AL).

Camada	Prof.	$27\Delta^0$ $\beta$	Epi $27\Delta^0\beta$	Copros- tanona	$28\Delta^5$	$27\Delta^5$	$28\Delta^{5,22}$	$29\Delta^{5,22}$	$30\Delta^{22}$	$28\Delta^0$	$27\Delta^0$	$29\Delta^0$	Taraxerol	$29\Delta^5$	$\beta$ - amirina	$29\Delta^{22}$	Lupeol	$\alpha$ - amirina
00-02	1	5,45	1,67	1,73	44,31	27,80	40,52	40,24	82,94	2,45	2,38	16,87	63,49	183,22	21,27	<LQ	401,16	<LQ
02-04	3	8,25	1,72	1,80	26,72	10,27	41,83	20,84	10,89	1,42	3,27	15,39	85,73	142,33	11,74	<LQ	487,31	10,45
04-06	5	1,93	0,39	0,46	35,68	30,46	45,00	88,76	23,99	2,06	1,28	14,89	83,78	205,74	17,52	<LQ	582,43	<LQ
06-08	7	1,90	0,36	<LQ	33,23	29,75	37,81	79,39	23,96	2,54	1,37	10,10	76,45	171,01	14,53	<LQ	232,46	32,47
08-10	9	1,34	0,44	<LQ	26,95	2,17	3,24	90,92	<LQ	2,96	1,71	15,83	77,27	127,26	12,01	<LQ	511,57	<LQ
10-12	11	1,21	0,28	<LQ	27,38	2,58	3,73	80,46	32,41	1,40	1,73	16,81	130,42	199,00	23,57	<LQ	591,67	<LQ
12-14	13	0,97	0,17	<LQ	22,57	1,84	1,97	81,03	23,46	1,17	1,30	16,92	133,56	164,20	19,90	<LQ	294,54	<LQ
14-16	15	0,78	<LQ	<LQ	21,12	1,89	1,92	76,37	20,42	1,37	0,90	16,84	116,78	150,62	11,35	<LQ	50,26	<LQ
16-18	17	0,81	0,29	<LQ	23,22	1,11	2,10	85,85	18,09	1,47	1,01	16,04	130,03	112,47	12,62	<LQ	42,94	<LQ
18-20	19	0,84	0,24	<LQ	12,65	0,95	<LQ	79,52	13,39	1,28	0,78	13,15	139,92	179,21	13,80	<LQ	116,00	<LQ
20-25	23	0,51	0,14	<LQ	3,37	0,90	<LQ	43,44	5,97	0,52	0,61	3,18	110,46	50,58	8,67	<LQ	14,43	<LQ
25-30	28	0,47	0,19	<LQ	<LQ	0,46	<LQ	1,44	<LQ	0,43	<LQ	0,50	72,75	43,93	7,20	<LQ	66,23	<LQ
30-35	33	0,35	0,17	<LQ	<LQ	0,63	<LQ	3,63	<LQ	0,51	<LQ	1,27	88,32	36,28	7,65	<LQ	87,65	<LQ
35-40	38	0,32	0,14	<LQ	<LQ	0,71	<LQ	7,59	<LQ	0,55	<LQ	1,88	9,71	30,69	8,14	<LQ	112,69	0,71
40-45	43	0,30	0,14	<LQ	<LQ	0,68	<LQ	9,64	<LQ	0,51	<LQ	3,23	13,39	50,19	13,97	<LQ	17,18	0,36
45-50	48	0,28	0,18	<LQ	<LQ	0,78	<LQ	8,15	<LQ	0,50	<LQ	2,42	13,05	45,29	16,27	<LQ	24,19	0,24
50-55	53	0,32	0,19	<LQ	<LQ	0,49	<LQ	3,41	<LQ	0,45	<LQ	1,10	13,96	10,56	13,13	<LQ	50,85	<LQ
55-60	58	0,26	0,12	<LQ	<LQ	0,49	<LQ	3,92	<LQ	0,43	<LQ	1,17	17,16	15,82	18,27	<LQ	38,99	<LQ
60-65	63	0,27	0,13	<LQ	<LQ	0,37	<LQ	0,93	<LQ	0,42	<LQ	0,57	10,58	1,92	1,02	<LQ	7,80	<LQ
65-70	68	0,31	0,13	<LQ	<LQ	0,39	<LQ	0,89	<LQ	0,45	<LQ	0,47	10,58	1,79	1,01	<LQ	20,08	<LQ
70-75	73	0,25	0,11	<LQ	<LQ	0,47	<LQ	0,84	<LQ	0,40	<LQ	0,40	11,94	1,28	0,27	<LQ	26,85	<LQ

Tabela 65: Esteróis e Triterpenos individuais (em  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Caravelas (BA).

Camada	Prof.	$27\Delta^0$ $\beta$	Epi $27\Delta^0\beta$	Copros- tanona	28 $\Delta^5$	27 $\Delta^5$	28 $\Delta^{5,22}$	29 $\Delta^{5,22}$	30 $\Delta^{22}$	28 $\Delta^0$	27 $\Delta^0$	$29\Delta^0$	Taraxerol	29 $\Delta^5$	$\beta$ - amirina	29 $\Delta^{22}$	Lupeol	$\alpha$ - amirina
00-02	1	0,32	0,18	0,54	15,04	2,55	1,17	24,20	2,21	4,46	2,44	16,91	142,16	57,19	47,29	<LQ	7,31	10,36
02-04	3	0,33	0,18	0,50	24,83	2,99	0,90	24,94	4,80	6,12	2,18	15,92	142,46	90,67	38,76	<LQ	8,54	18,83
04-06	5	0,23	0,17	0,42	6,06	0,66	0,44	11,35	1,07	1,62	0,70	9,03	72,79	33,05	19,29	0,52	9,24	5,00
06-08	7	0,26	0,18	0,41	7,42	0,75	0,52	13,70	1,01	1,69	0,92	16,49	95,06	39,74	24,50	<LQ	8,45	6,37
08-10	9	0,25	0,17	0,42	16,60	1,07	1,02	25,10	2,65	4,27	1,13	14,45	125,64	68,66	17,99	<LQ	4,40	14,19
10-12	11	0,26	0,23	<LQ	25,83	2,39	1,30	25,04	2,98	6,90	2,20	17,24	83,51	107,08	29,90	0,61	9,64	23,26
12-14	13	0,24	0,20	<LQ	11,05	1,45	0,61	15,86	2,83	4,13	1,18	11,03	103,96	70,60	29,06	<LQ	8,11	15,80
14-16	15	0,23	0,17	<LQ	3,14	0,50	0,50	5,75	0,70	1,48	0,57	14,06	105,45	28,61	22,18	<LQ	5,36	5,02
16-18	17	0,24	0,18	<LQ	3,11	0,51	<LQ	6,65	0,55	1,13	0,55	13,21	133,34	23,58	26,70	<LQ	9,19	4,01
18-20	19	0,24	0,18	<LQ	1,91	0,51	0,38	4,29	0,74	0,88	0,47	10,98	110,21	19,04	19,51	<LQ	9,55	3,02
20-25	23	0,23	0,17	<LQ	2,94	0,52	0,49	6,42	0,74	1,01	0,65	11,38	115,01	23,19	24,44	<LQ	5,48	4,06
25-30	28	0,25	0,19	<LQ	5,23	0,58	0,48	11,52	1,30	2,18	0,66	13,87	145,50	31,29	27,13	<LQ	7,24	4,89
30-35	33	0,26	0,19	<LQ	3,28	0,61	0,45	6,38	0,50	1,08	0,56	12,30	147,39	26,62	25,24	<LQ	9,33	4,82
35-40	38	0,23	0,17	<LQ	2,09	0,50	<LQ	4,66	0,41	1,18	0,49	7,94	120,92	16,75	18,42	<LQ	24,25	2,94
40-45	43	0,23	0,17	<LQ	1,04	0,45	<LQ	2,01	<LQ	0,62	0,47	3,79	73,66	9,49	11,44	0,44	25,49	1,41
45-50	48	0,23	0,17	<LQ	0,94	0,53	<LQ	2,22	<LQ	0,62	0,47	3,16	63,49	9,72	11,93	0,46	5,21	1,53
50-55	53	0,23	0,17	<LQ	0,71	0,41	<LQ	1,39	<LQ	0,52	0,53	2,91	67,32	7,85	8,54	<LQ	53,96	1,26
55-60	58	0,23	0,17	0,39	0,66	0,40	<LQ	1,69	<LQ	0,49	0,43	2,16	42,94	6,40	5,58	0,42	35,54	1,15
60-65	63	0,23	0,17	0,40	0,74	0,50	<LQ	1,61	<LQ	0,56	0,48	3,08	54,86	7,98	10,82	<LQ	14,06	1,19
65-70	68	0,23	0,17	<LQ	0,62	0,57	<LQ	1,88	<LQ	0,58	0,46	3,85	73,50	9,08	10,87	<LQ	37,21	1,48
70-75	73	0,23	0,18	<LQ	0,93	0,44	<LQ	2,28	<LQ	0,62	0,46	7,44	64,38	13,49	18,77	<LQ	24,81	2,60
75-80	78	0,23	0,18	0,40	0,94	0,55	<LQ	2,59	<LQ	0,68	0,49	6,77	32,38	14,50	21,85	<LQ	4,13	2,73
80-85	83	0,24	0,17	<LQ	0,88	0,50	<LQ	2,18	<LQ	0,66	0,48	5,85	32,43	12,53	15,07	<LQ	5,57	2,58

Tabela 66: Esteróis e Triterpenos individuais (em  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) nas camadas sedimentares do manguezal em Magé/Suruí (RJ).

Camada	Prof.	$27\Delta^0$ $\beta$	Epi $27\Delta^0\beta$	Copros- tanona	28 $\Delta^5$	27 $\Delta^5$	28 $\Delta^{5,22}$	29 $\Delta^{5,22}$	30 $\Delta^{22}$	28 $\Delta^0$	27 $\Delta^0$	$29\Delta^0$	Taraxerol	29 $\Delta^5$	$\beta$ - amirina	29 $\Delta^{22}$	Lupeol	$\alpha$ - amirina
00-02	1	6,98	1,28	0,87	1,78	6,51	18,66	21,45	23,46	0,80	1,64	3,31	42,46	38,76	4,40	1,20	25,49	2,74
02-04	3	5,63	0,77	0,58	1,57	3,87	4,40	29,29	27,88	1,05	2,30	7,52	70,96	55,71	8,42	2,22	30,44	3,82
04-06	5	3,48	0,63	0,45	1,51	1,30	3,43	23,73	20,86	0,83	1,57	6,29	3,70	7,08	2,88	2,21	14,50	1,30
06-08	7	1,49	<LQ	<LQ	2,96	1,46	1,73	32,98	16,93	0,65	0,80	5,65	95,90	64,15	7,08	2,21	13,73	1,46
08-10	9	1,32	<LQ	<LQ	3,41	0,88	0,96	43,25	21,49	1,19	1,00	11,62	123,85	90,40	8,13	4,00	15,46	2,58
10-12	11	1,32	<LQ	<LQ	4,19	2,39	1,96	31,38	13,46	0,94	0,92	9,68	185,18	82,48	14,08	<LQ	70,93	1,83
12-14	13	0,77	0,34	<LQ	3,02	1,33	1,63	35,34	24,38	0,94	0,87	10,39	115,95	66,43	8,90	3,70	12,99	1,85
14-16	15	0,86	0,36	<LQ	1,23	0,90	1,27	16,86	13,29	0,74	0,74	4,32	119,84	42,85	8,13	2,12	28,55	1,05
16-18	17	0,50	0,17	<LQ	0,82	0,82	0,94	6,91	4,04	0,57	0,48	1,58	111,10	14,41	2,47	0,85	13,51	0,44
18-20	19	0,56	<LQ	<LQ	1,45	0,58	<LQ	10,23	9,11	0,64	0,59	3,95	108,18	41,03	6,11	1,49	17,31	1,22
20-25	23	0,57	0,37	<LQ	1,46	0,68	<LQ	21,92	9,14	0,96	0,73	7,87	138,63	52,98	9,66	2,98	21,70	1,56
25-30	28	0,50	0,25	<LQ	0,50	0,70	<LQ	14,55	5,45	0,93	0,80	5,11	125,14	29,67	6,40	1,42	49,90	1,04
30-35	33	0,40	0,23	<LQ	0,68	0,57	<LQ	6,68	3,34	0,69	<LQ	3,47	94,32	21,97	5,31	1,32	27,71	0,86
35-40	38	0,37	0,20	<LQ	0,45	1,00	<LQ	6,94	5,05	0,79	<LQ	3,81	114,44	21,40	10,71	1,01	61,87	0,55
40-45	43	0,34	0,20	<LQ	<LQ	0,65	<LQ	4,56	3,26	0,52	<LQ	2,09	96,12	14,23	2,38	<LQ	49,15	0,22
45-50	48	0,39	0,23	<LQ	<LQ	0,39	<LQ	2,34	<LQ	0,40	<LQ	1,76	70,41	8,89	2,30	<LQ	65,71	1,90
50-55	53	0,41	0,14	<LQ	<LQ	0,44	<LQ	3,92	<LQ	0,63	<LQ	1,41	100,52	9,16	3,78	<LQ	68,65	0,80
55-60	58	0,32	0,13	<LQ	<LQ	0,36	<LQ	0,97	<LQ	0,60	<LQ	0,71	35,04	1,26	0,25	<LQ	11,66	-0,03
60-65	63	0,40	0,20	<LQ	<LQ	0,45	<LQ	2,30	<LQ	0,56	<LQ	1,68	73,83	3,16	3,00	<LQ	15,51	0,19
65-70	68	0,30	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	1,71	<LQ	0,43	<LQ	1,43	39,33	2,90	1,40	<LQ	47,21	0,39
70-75	73	0,25	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	1,22	<LQ	0,44	<LQ	0,91	19,19	1,75	0,86	<LQ	76,65	0,04
75-80	78	0,24	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,89	<LQ	0,39	<LQ	0,85	19,83	1,27	0,32	<LQ	69,41	0,02
80-85	83	0,29	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,87	<LQ	0,62	<LQ	0,53	2,08	1,17	0,14	<LQ	72,66	-0,01
85-90	88	0,26	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	1,00	<LQ	0,39	<LQ	0,45	11,08	0,99	0,46	<LQ	87,28	0,05
90-95	93	0,32	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	3,65	<LQ	0,46	<LQ	3,68	10,75	7,53	7,57	<LQ	30,00	0,68
95-100	98	0,32	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,55	<LQ	1,56	11,08	5,65	6,57	<LQ	64,98	0,41

Tabela 67: Esteróis e Triterpenos individuais (em  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) nas camadas sedimentares e profundidades (cm) do manguezal em Florianópolis (SC).

Camada	Prof.	$27\Delta^0$ $\beta$	Epi $27\Delta^0\beta$	Copros- tanona	$28\Delta^5$	$27$ $\Delta^5$	$28$ $\Delta^{5,22}$	$29$ $\Delta^{5,22}$	$30$ $\Delta^{22}$	$28$ $\Delta^0$	$27$ $\Delta^0$	$29\Delta^0$	Taraxerol	$29$ $\Delta^5$	$\beta$ - amirina	$29$ $\Delta^{22}$	Lupeol	$\alpha$ - amirina
00-02	1	0,92	0,27	0,45	10,65	17,21	0,66	22,21	0,97	2,81	5,60	11,42	18,01	42,94	12,01	0,76	7,70	20,58
02-04	3	0,43	0,19	0,43	7,55	10,43	<LQ	19,22	1,31	1,96	3,36	8,17	13,97	35,60	9,52	0,64	8,26	19,82
04-06	5	0,46	0,21	0,43	7,68	7,26	0,53	24,94	1,58	2,20	4,63	11,97	14,29	42,59	11,15	0,79	8,59	17,71
06-08	7	0,31	0,18	0,45	1,47	0,74	<LQ	7,27	0,92	1,38	1,61	10,65	10,03	20,42	1,43	<LQ	9,10	15,23
08-10	9	0,35	0,20	0,43	5,20	8,62	0,75	24,54	1,95	1,73	2,43	15,51	14,35	42,70	21,51	<LQ	6,21	34,95
10-12	11	0,26	0,19	0,41	3,85	0,85	0,56	24,43	1,98	0,82	0,91	7,54	6,46	34,70	21,61	<LQ	9,79	36,19
12-14	13	0,25	0,19	0,40	4,50	1,14	<LQ	21,51	1,46	0,98	0,92	7,77	5,73	37,18	16,51	0,70	5,81	33,35
14-16	15	0,29	0,19	0,44	4,18	0,66	0,63	20,16	1,41	0,83	0,80	7,29	5,81	32,21	18,31	<LQ	8,89	38,39
16-18	17	0,26	0,20	0,43	3,50	0,60	0,44	21,27	1,14	0,82	0,67	7,19	2,87	29,10	11,96	<LQ	8,47	24,91
18-20	19	0,27	0,20	0,60	3,85	1,01	0,58	24,97	1,58	1,07	0,99	10,63	14,18	33,71	24,85	<LQ	13,70	48,23
20-25	23	0,26	0,17	0,44	2,33	0,49	<LQ	8,58	0,90	0,99	0,71	6,52	8,03	20,50	12,81	0,57	8,59	22,47
25-30	28	0,28	0,19	0,42	1,73	0,69	0,65	6,72	0,74	0,88	0,68	7,12	9,90	12,48	9,66	<LQ	8,41	23,18
30-35	33	0,24	0,17	0,40	2,03	0,47	<LQ	8,67	0,64	0,62	0,54	4,03	5,94	19,66	10,63	0,49	8,23	17,94
35-40	38	0,26	0,18	0,41	2,11	0,45	<LQ	8,69	0,61	0,77	0,53	5,02	16,44	18,47	9,65	<LQ	7,22	13,84
40-45	43	0,28	0,18	0,41	0,82	0,48	0,46	3,34	<LQ	0,51	0,50	1,80	8,44	5,95	3,45	<LQ	6,72	5,26
45-50	48	0,25	0,18	0,47	0,87	0,66	<LQ	7,45	<LQ	0,57	0,66	3,38	6,96	11,28	7,71	0,49	9,30	11,14
50-55	53	0,25	0,18	0,41	1,01	1,75	<LQ	5,44	<LQ	0,61	0,59	3,79	21,39	12,63	9,80	<LQ	5,86	12,18
55-60	58	0,24	0,18	0,40	1,10	0,68	<LQ	6,09	<LQ	0,47	0,51	2,35	9,42	10,91	9,04	<LQ	7,78	13,88
60-65	63	0,23	0,17	0,43	0,72	0,77	<LQ	4,27	<LQ	0,54	0,49	1,71	11,24	9,72	5,10	<LQ	9,46	9,51
65-70	68	0,22	0,16	0,38	0,40	0,59	<LQ	1,21	0,39	0,37	0,40	0,50	7,53	2,84	1,55	<LQ	4,94	2,89
70-75	73	0,22	0,16	0,41	0,35	0,64	<LQ	1,07	0,29	0,39	0,41	0,46	3,84	3,02	0,48	<LQ	7,16	1,50
75-80	78	0,22	0,17	<LQ	0,52	0,63	<LQ	2,90	<LQ	<LQ	0,40	0,67	4,36	6,20	1,88	<LQ	16,74	5,62



Tabela 69: Produto interno Bruto quanto ao valor adicionado, em R\$ 10<sup>3</sup>, por setor agropecuário (AGRO), industrial (IND) e serviços (SER).

<b>Município</b>	<b>Ano</b>	<b>2013</b>	<b>2010</b>	<b>2005</b>	<b>2000</b>
<b>PA-SCO</b>	<b>PIB</b> (AGRO)	35569	15760	15125	7532
	<b>PIB</b> (IND)	3591	1850	1399	1567
	<b>PIB</b> (SER)	17407	9788	6524	13295
<b>RN-EXT</b>	<b>PIB</b> (AGRO)	10458	11241	11081	2884
	<b>PIB</b> (IND)	46997	27035	16226	13408
	<b>PIB</b> (SER)	63250	93414	48542	24762
<b>RN-NAT</b>	<b>PIB</b> (AGRO)	16570	11310	16051	5493
	<b>PIB</b> (IND)	2979331	1851697	947320	647458
	<b>PIB</b> (SER)	10122367	7051965	3525172	2520542
<b>AL-BSM</b>	<b>PIB</b> (AGRO)	10949	6660	6290	2700
	<b>PIB</b> (IND)	12987	3934	6127	2491
	<b>PIB</b> (SER)	56235	16483	14129	12602
<b>AL-MUN</b>	<b>PIB</b> (AGRO)	77423	55346	50766	16876
	<b>PIB</b> (IND)	2757985	2143882	970023	627739
	<b>PIB</b> (SER)	8891540	6463224	3168285	2180500
<b>BA-CAR</b>	<b>PIB</b> (AGRO)	108172	102682	77322	48554
	<b>PIB</b> (IND)	10958	12730	6325	3675
	<b>PIB</b> (SER)	82266	85344	46522	31266
<b>RJ-SUR</b>	<b>PIB</b> (AGRO)	30992	14228	12635	12571
	<b>PIB</b> (IND)	372860	216772	82913	97761
	<b>PIB</b> (SER)	1196406	1072236	668388	653011
<b>SC-FLO</b>	<b>PIB</b> (AGRO)	33852	19917	11543	11102
	<b>PIB</b> (IND)	1497016	1181165	474109	278687
	<b>PIB</b> (SER)	8807689	6340530	3559971	2193209

Figura 57: Cromatogramas das amostras de sedimentos superficiais dos manguezais estudados (continua).

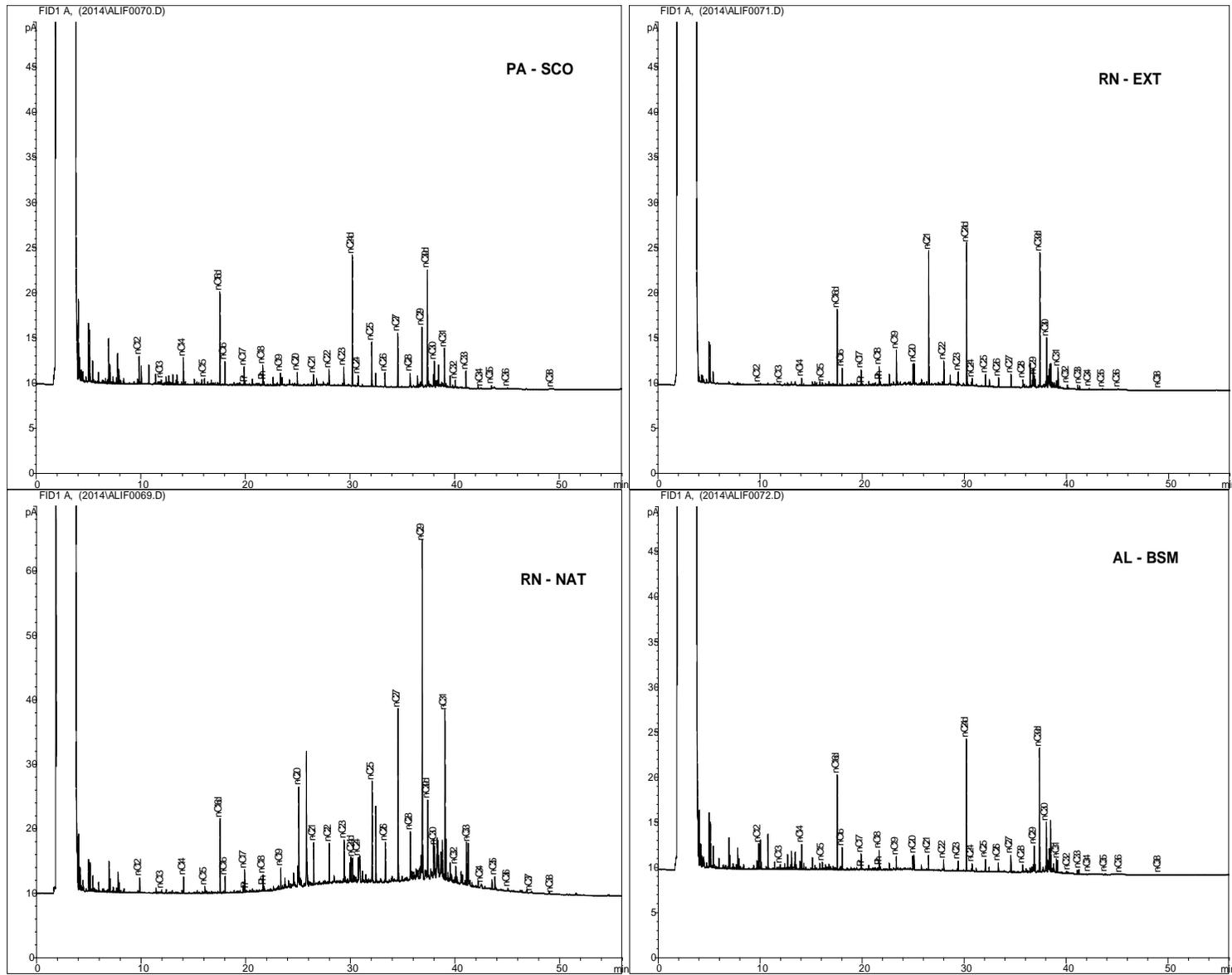


Figura 57: Cromatogramas das amostras superficiais dos manguezais estudados (conclusão).

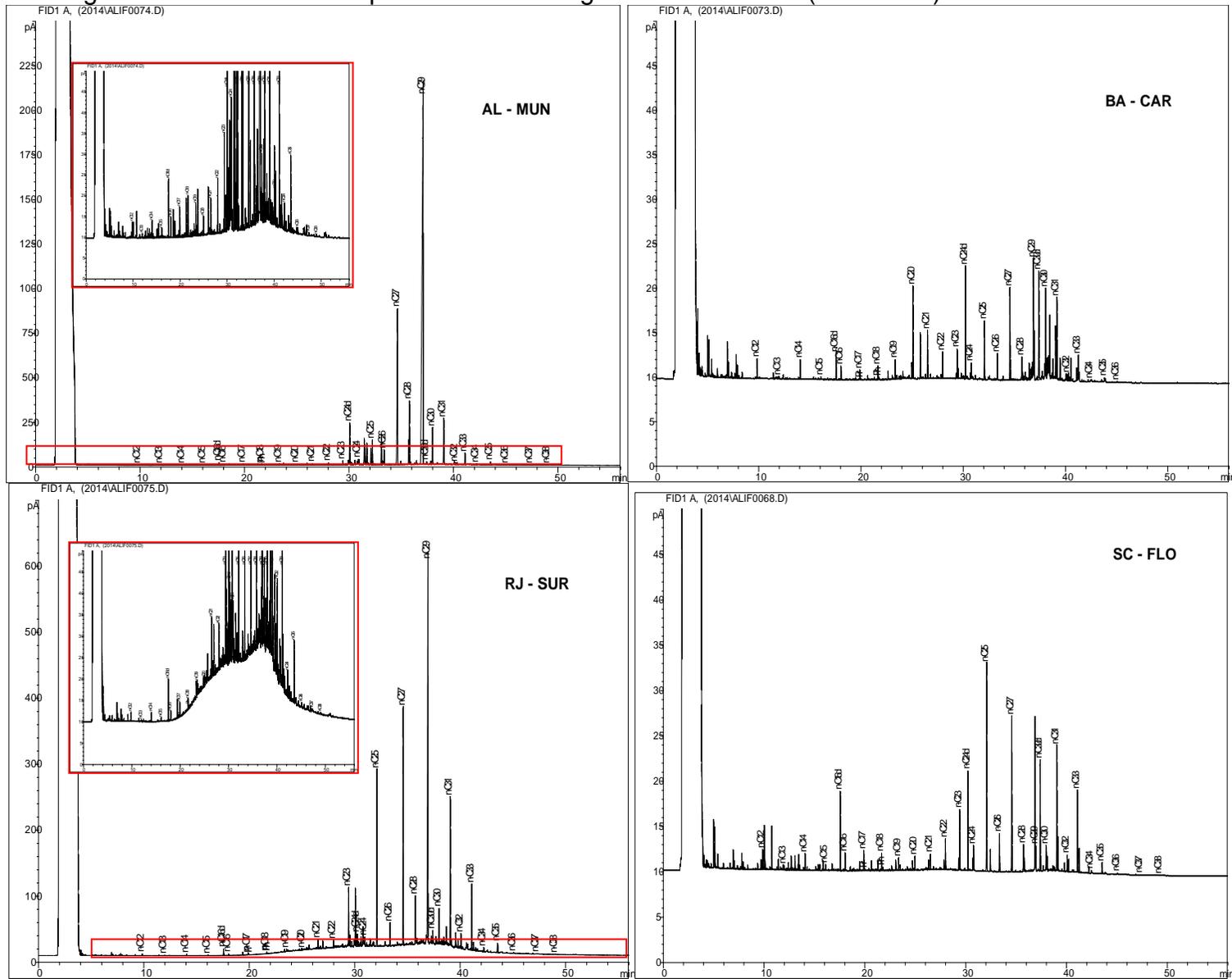


Figura 58: Cromatogramas de algumas camadas do testemunho sedimentar coletado em São Caetano de Odivelas (PA)

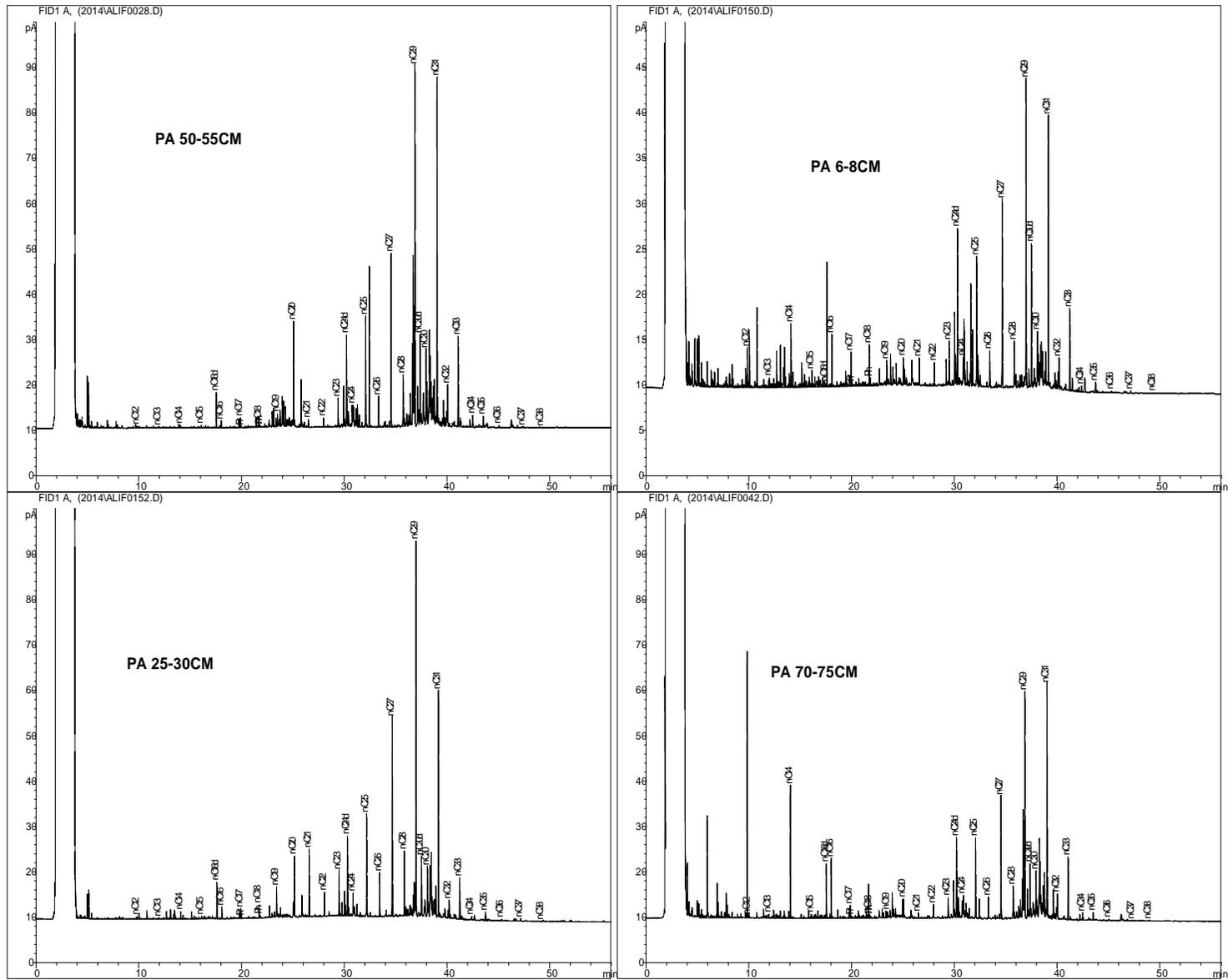


Figura 59: Cromatogramas de algumas camadas do testemunho sedimentar coletado em Extremoz (RN)

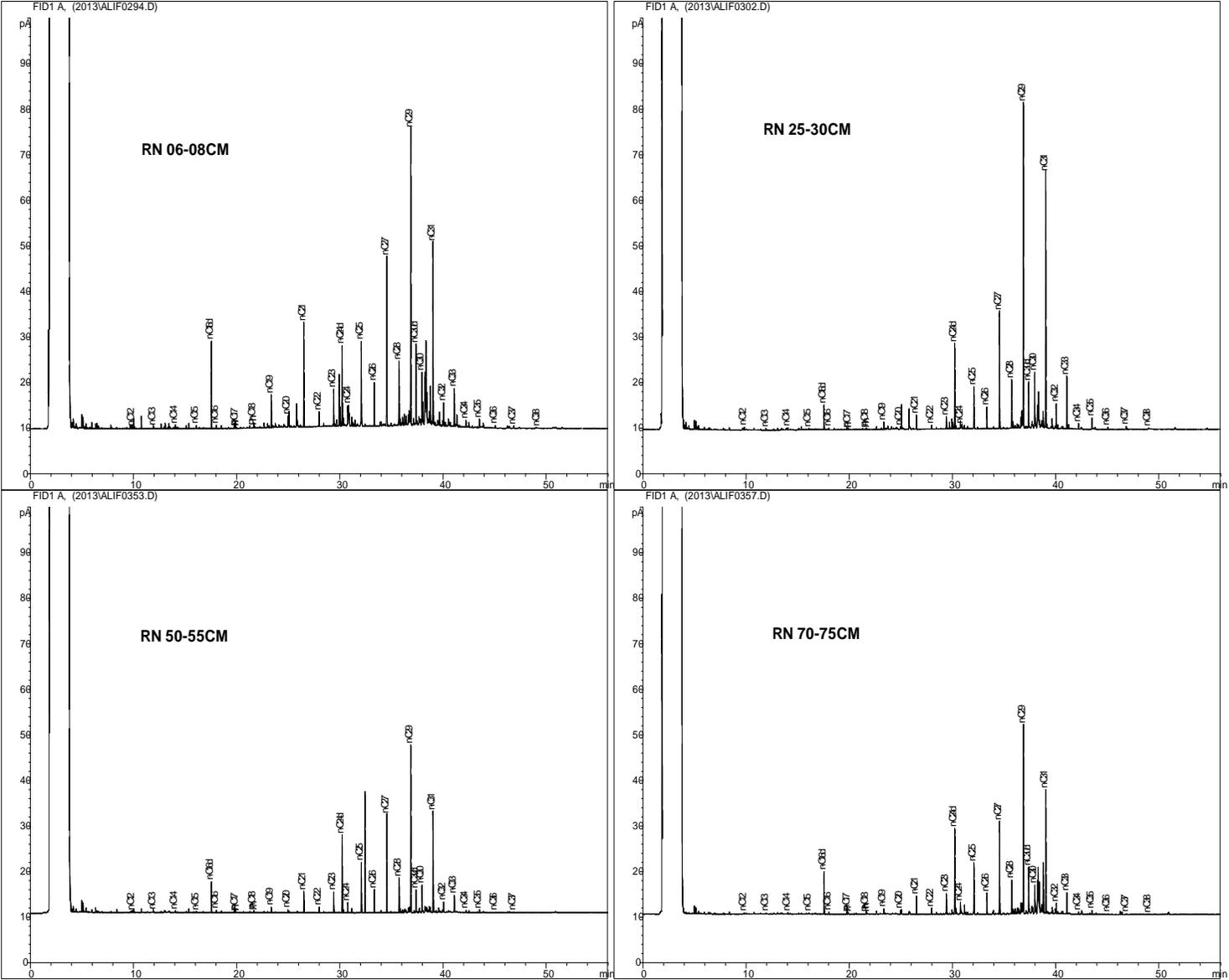


Figura 60: Cromatogramas de algumas camadas do testemunho sedimentar coletado em Natal (RN)

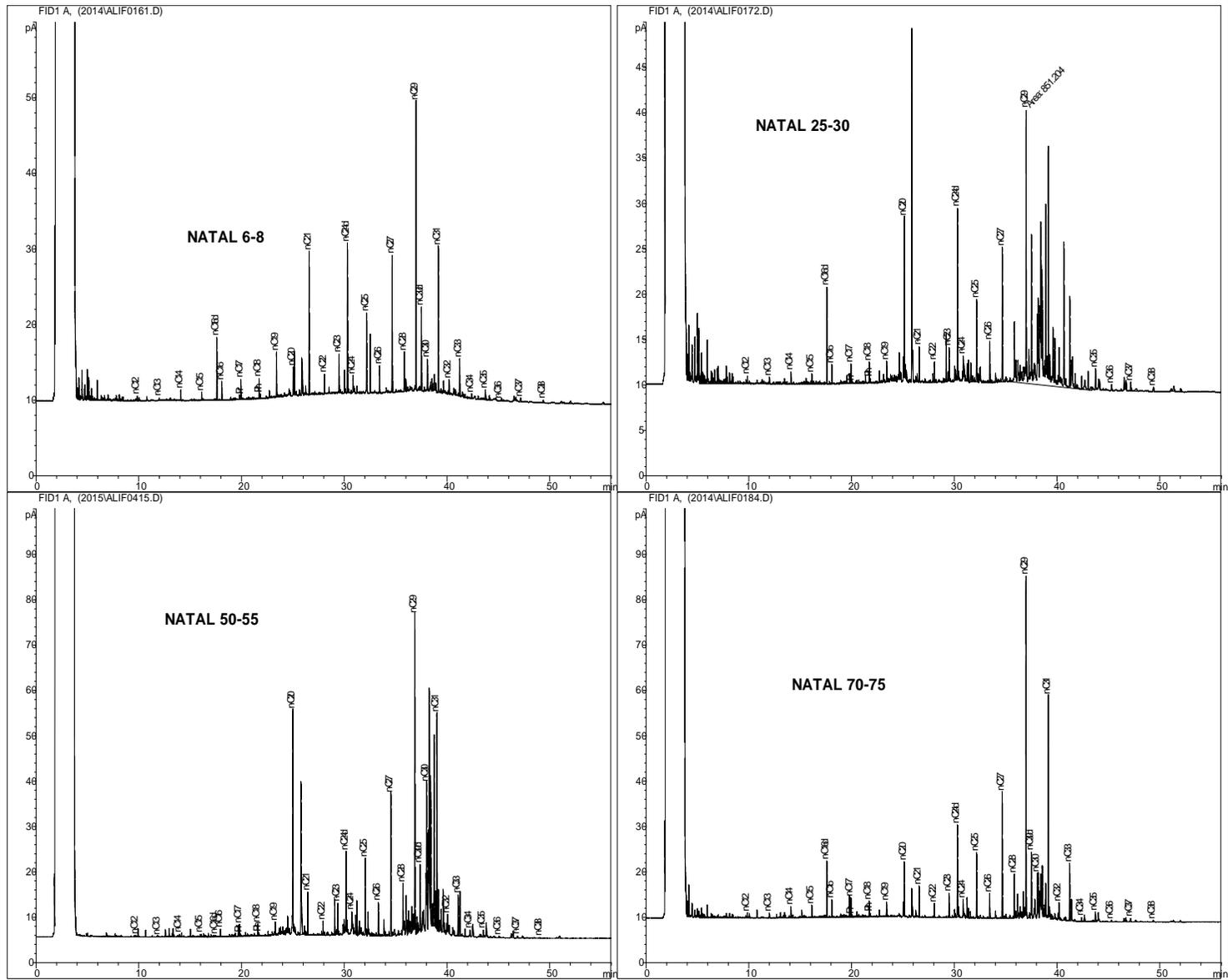


Figura 61: Cromatogramas de algumas camadas do testemunho sedimentar coletado em Barra de São Miguel (AL)

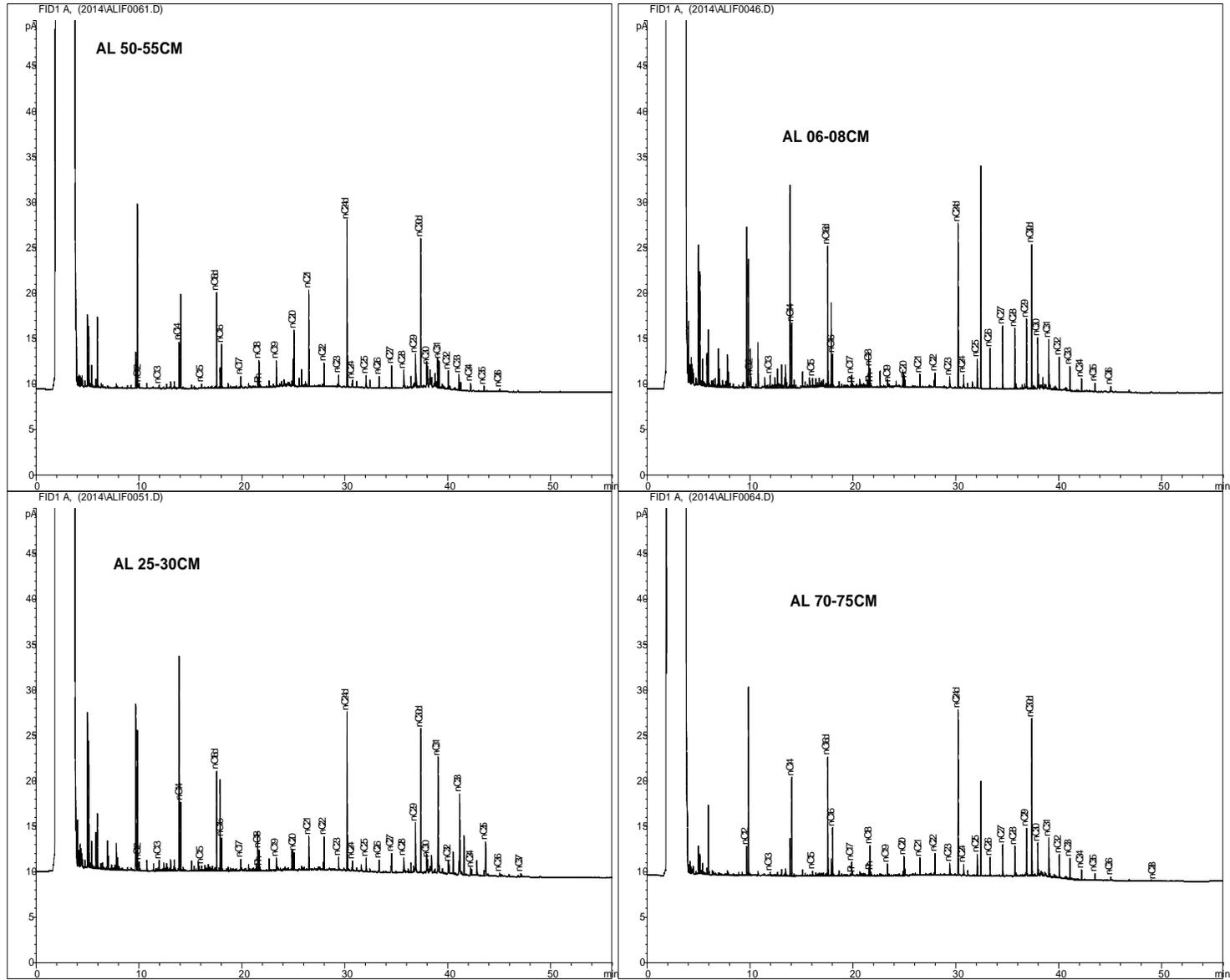


Figura 62: Cromatogramas de algumas camadas do testemunho sedimentar coletado em Maceió/Lagoa de Mundaú (AL)

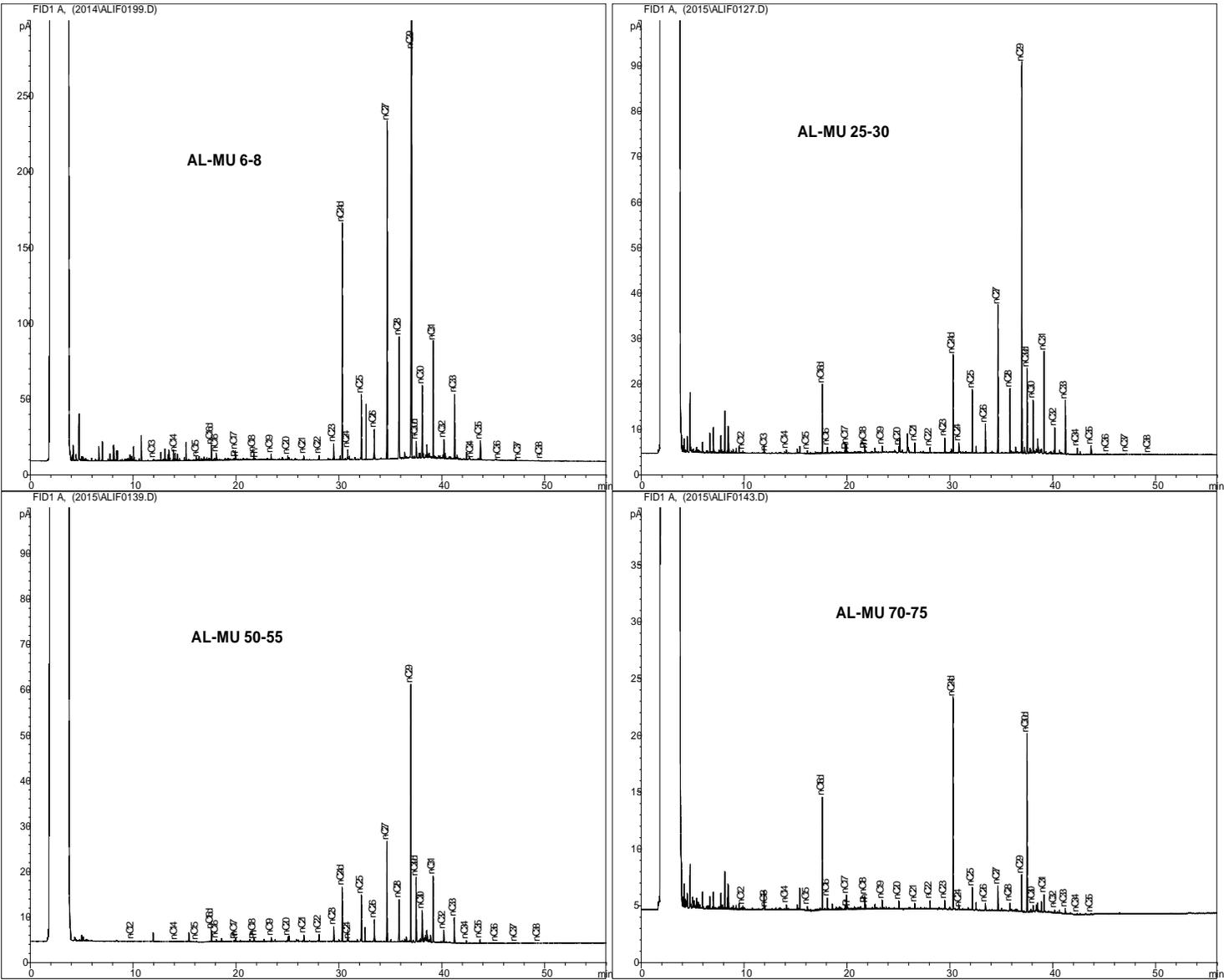


Figura 63: Cromatogramas de algumas camadas do testemunho sedimentar coletado em Caravelas (BA)

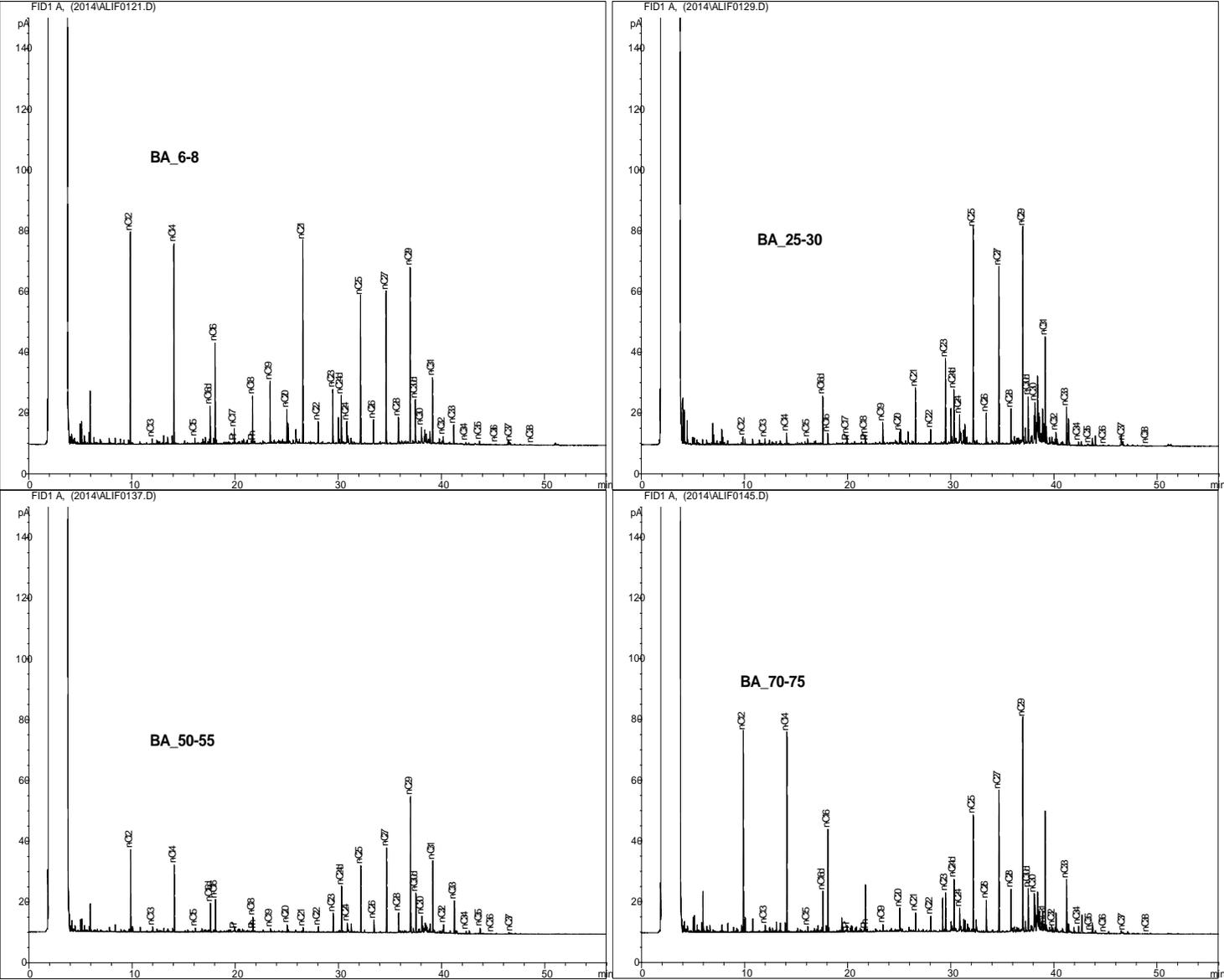


Figura 64: Cromatogramas de algumas camadas do testemunho sedimentar coletado em Magé/Suruí (RJ)

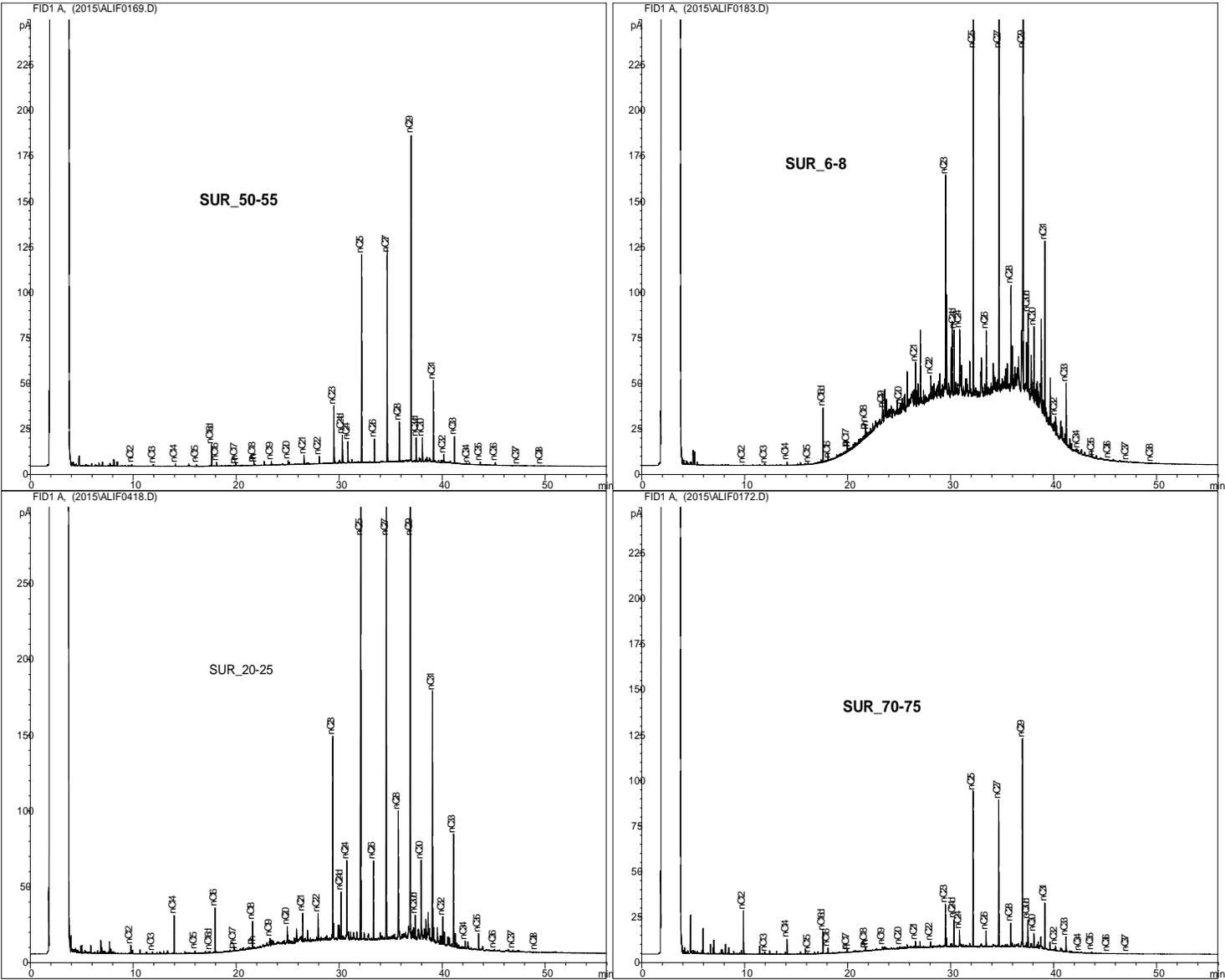


Figura 65: Cromatogramas de algumas camadas do testemunho sedimentar coletado em Florianópolis (SC)

