

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**IMPACTO DA CONTAMINAÇÃO SOB ATRIBUTOS QUÍMICOS DE SOLO DE
MANGUEZAL NO MUNICÍPIO DE SÃO FRANCISCO DO CONDE – BAHIA.**

SAMIR DULTRA ABDALLA

CRUZ DAS ALMAS - BA

OUTUBRO - 2013

SAMIR DULTRA ABDALLA

**IMPACTO DA CONTAMINAÇÃO SOB ATRIBUTOS QUÍMICOS DE SOLO DE
MANGUEZAL NO MUNICÍPIO DE SÃO FRANCISCO DO CONDE – BAHIA.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Colegiado de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Ph.D Jorge Antonio Gonzaga Santos

Co-orientadora: Doutoranda Marcela Rebouças Bomfim

CRUZ DAS ALMAS - BA

OUTUBRO 2013

FICHA CATALOGRÁFICA

A135

Abdalla, Samir Dultra.

Impacto da contaminação sob atributos químicos de solo de manguezal no Município de São Francisco do Conde – Bahia / Samir Dultra Abdalla. _ Cruz das Almas, BA, 2013.
30f.; il.

Orientador: Jorge Antonio Gonzaga Santos.

Coorientador: Marcela Rebouças Bomfim.

Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.

1.Manguezais – Contaminação. 2.Mangue – Metais pesados – Análise. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Título.

CDD: 577.698142

SAMIR DULTRA ABDALLA

**IMPACTO DA CONTAMINAÇÃO SOB ATRIBUTOS QUÍMICOS DE SOLO DE
MANGUEZAL NO MUNICÍPIO DE SÃO FRANCISCO DO CONDE – BAHIA.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Colegiado de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Florestal.

Aprovada em __/__/__

Banca Examinadora

Profº Jorge Antonio Gonzaga Santos (Ph.D em Soil Chemistry and Fertility) - UFRB
Orientador

Profº Jesus Manuel Delgado Mendez (Dr. em Conservação de Recursos Florestais) – UFRB

Profº Oldair Del Arco Vinhas Costa (Dr. em Solos e Nutrição de Plantas) - UFRB

*Mãe (Jeane Abdalla), Tia-Mãe Terezinha Abdalla, minha querida
Avó (Ana Beatriz), que tudo fizeram pelo meu crescimento
intelectual, a vocês indelevelmente não poderia deixar de dedicar
este momento. Amo vocês!*

AGRADECIMENTOS

Deus: Amor, Onipresença, Onipotência, obrigado pela oportunidade de aprendizado de desenvolvimento de minhas potencialidades, a ti agradeço infinitamente.

Aos meus Guias e Mentores Espirituais, que por mais negligente que fui em muitos momentos nunca me abandonaram. Obrigado pelo auxílio.

Minha Mãe mulher lutadora, que sempre colocou meus interesses à cima do seu conforto pessoal, meu muito obrigado!

Aos Tios, Tias, Primos e Primas que no seio íntimo da convivência dos laços consanguíneos incentivaram-me a buscar sempre o melhor e a alcançar meus objetivos.

Mirthz Lemos, minha namorada, acompanhou praticamente todo período de minha graduação, me incentivou todo momento, quanta paciência! Meu respeito, admiração, reconhecimento pela dedicação que tem comigo.

Professor Jorge Gonzaga, quanto aprendi! Pessoa solidária sensível à condição humana, incentivador, exigente, entre tantas outras qualidades. Recebeu-me de braços abertos, deu-me todas as oportunidades para desenvolver este trabalho, ensinou-me a lidar com os diferentes carismas, respeitando as limitações de cada um, extraíndo sempre o melhor que as pessoas podem oferecer. Muito obrigado por este período onde me descobri, onde me dediquei dia e noite, sábados, domingos e feriados. Deixo a Graduação preparado, confiante, fortificado.

Marcela Bomfim, minha Co-orientadora, quanto aprendemos juntos. Exigiu-me bastante, puxou a orelha diversas vezes, reconheceu meu crescimento, sempre preocupada em preparar o melhor caminho para execução deste trabalho, como não agradecer, afinal, não estaria aqui sem tua contribuição. Serei eternamente Grato por ter aceitado trabalhar comigo!

Diego Loureiro, pela ajuda, orientação, dedicação, meu muito obrigado!

Professora Teresa Freitas, muito me ajudou, incentivou, orientou. Agradeço os momentos na pesquisa e na sala de aula.

Professores Ricardo Franco e Paulo Cezar. Tive a oportunidade de trabalhar e muito aprendi. Bons momentos!

Aos professores do curso de Engenharia Florestal, do CCAAB e do CETEC, em especial: Ruth Exalta, Clair Cruz, Deoclides Ricardo, Wellington Bastos, Jesus Delgado,

Botelho, Luciano, Paula Angela e Oldair Costa, como também outros que tive a oportunidade de beber nas fontes fecundas do conhecimento e que neste momento os nomes fogem, mas, estão lembrados no meu coração.

Aos meus amigos perpetuados ao longo dos anos, formação consolidada desde infância onde aprendemos juntos, crescemos juntos e vivenciamos os sucessos de cada um juntos, a família MARISTA (Raoni, Araponga, Deco, Gabi, Lorena, Vicente, Cotias, Gabiru, Samuca, se estou esquecendo de alguém me perdoem)!

As amigas Yria Paradella e Tânia Moniz Barreto, a quem nutro um carinho especial.

Aos amigos-irmãos que aqui em Cruz das Almas acompanharam de perto: Paulo Rans, Roberto Jacobina, Yuri Britto, Marquinho, Marcone, sempre juntos!

Aos amigos com quem dividi noites em claro estudando para provas, seminários, João Sem Braço, Eber, Carla, Kaio, Karyn, Louise, Fernanda, Leanderson, Thamara, foram muitas oportunidades de crescimentos com vocês!

A minha Turma 2008.1, com um carinho especial Suely (Sukita), com quem vivenciei momentos de alegrias, de tristezas, mas, amizade boa é que passa por cima de tudo.

Domingos Gonçalves, Cris, Mariana Duarte, Sandra, Raquel, Mika, Labomba, Boi, Porco, Kelvin, Larga, Thierry, Kara de Cavalo, Roberval, gosto muito de vocês.

Aos abnegados amigos do Laboratório Metais Pesados, em especial Marcos, Capela, Edson, Rogério, Adriana, Flavinha (Vinha), Ronaldo, Emylly, aos técnicos Laurete, Moacyr e Renatinha, vocês foram muito importantes.

Aos amigos da área de solos: Zé Augusto, Maria, Vikatinho, Taiza, Elizabeth, Dryelli, Sergito, Gerlange, Elisa (Liube), Ricardo (João Grilo), e mais quem Eu esqueci (me perdoem) mas estão gravados em minha história na UFRB.

Aos amigos que fiz na Cidade de Cruz das Almas.

Aos funcionários da UFRB (serventes, serviços gerais, técnicos, professores), vocês são essenciais.

A Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

A todos que direta e indiretamente torceram pela minha vitória! Desculpe se deixei de citar algum nome. Mas, meu muito obrigado e gratidão estarão sempre vivos e quando nos encontrarmos nas estradas da vida, saberás que nutro este sentimento por vocês!

“O único lugar no mundo que o sucesso vem antes do trabalho é no dicionário” Albert Einstein

RESUMO

Manguezal é um ecossistema costeiro, de transição entre os ambientes terrestres e marinho, constituído por vegetação de predominância arbórea, adaptada à flutuação de salinidade, que coloniza solos lodosos, pouco consolidados, rico em matéria orgânica e com baixo teor de oxigênio. Os manguezais se desenvolvem melhor na faixa entre os trópicos de Câncer e Capricórnio (23°27' N e 23°27' S), principalmente nas imediações da linha do Equador. Esse estudo avaliou o impacto da contaminação em alguns atributos químicos de uma área de manguezal. O estudo foi conduzido no Município de São Francisco do Conde localizado entre a latitude 12°37'45''S e longitude 38°40'50''W, na Bacia do Rio Subaé, município de São Francisco do Conde – BA. A área contaminada foi dividida em três sub áreas de acordo com a proximidade do leito do rio. As três amostras compostas foram constituídas de onze amostras simples foram coletadas da área problema cada uma, na profundidade de 0,0 a 0,2 m. Foram realizadas as análises de pH em campo, $\text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})}$, $\text{pH}_{(\text{KCl})}$, condutividade elétrica, análises de fertilidade, concentração de Pb, Mn, Fe, Cd e Zn, C-orgânico, nitrogênio e análise granulométrica. Os teores de C-orgânico na área de manguezal sob efeito da água do rio foram maiores do que nas áreas mais distantes da margem. O valor de pH determinado em campo foi maior do que o $\text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})}$ e $\text{pH}_{(\text{KCl})}$, determinado em laboratório indicando um processo de oxidação da matéria orgânica ou de enxofre durante a secagem das amostras. O pH do solo da área impactada, franja do manguezal, foi menor do que das outras duas áreas. As concentrações de Pb e Zn da área experimental são mais elevados do que os recomendados pelas agências de regulamentação ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Metais Pesados, carbono orgânico, pH em campo.

ABSTRACT

Mangrove is a transitional coastal ecosystem located between terrestrial and marine environment. The mangrove ecosystems consist of arboreal vegetation adapted to fluctuating salinity, which colonizes muddy soils, slightly consolidated, rich in organic matter and low oxygen content. Mangroves grow better in between the tropics of Cancer and Capricorn ($23^{\circ} 27' N$ and $23^{\circ} 27' S$), especially in the vicinity of the equator. This study evaluated the impact of the contamination in some chemical properties of a mangrove area. The study was conducted in São Francisco do Conde located between latitude $12^{\circ} 37'45'' S$ and longitude $38^{\circ} 40'50'' W$, Subaé River Basin, São Francisco do Conde - BA. The problem area was divided in three sub areas, according to the proximity with the river flow. Composite samples, made up of three simple samples were collected from the problem area, at the depth of 0 to 0.2m. The samples were analyzed for field pH, $pH_{(H_2O)}$, $pH_{(KCl)}$, electrical conductivity, fertility analyzes, Pb, Mn, Fe, Cd and Zn concentrations, organic C, nitrogen and particle size analysis. The organic C content in the mangrove area in contact with the river was higher than in areas farther from shore. The field pH values were much higher than the laboratory $pH_{(H_2O)}$ and $pH_{(KCl)}$ indicating an acidification process mostly like organic matter, or sulphur oxidation during the samples drying process. The soil pH of the disturbed area, mangrove fringe was lower than in the other two sites. The of Pb and Zn concentration of the experimental areas were higher values than those recommended by environmental regulatory agencies.

KEYWORDS : Heavy Metals, organic carbon, field pH

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	01
2. OBJETIVOS	03
2.1 Objetivo geral	03
2.2 Objetivos específicos	03
3. REFERENCIAL TEÓRICO	04
3.1 O manguezal	04
3.2 Bacia Hidrográfica do local de estudo	04
3.3 Os Solos de manguezais	05
3.4 Breve histórico sobre a degradação da região	06
4. MATERIAL E MÉTODOS	09
4.1 Localização	09
4.2 Meio físico	09
4.3 Trabalho de campo	10
4.4 Trabalhos Laboratorial	12
4.4.1 Análises físicas	12
4.4.2 Análises químicas	12
4.4.3 Extração de metais do solo	13
4.5 Análises estatísticas	13
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	15
6. CONCLUSÕES	21
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22

1. INTRODUÇÃO

Manguezal é um ecossistema costeiro, de transição entre os ambientes terrestres e marinho, constituído por vegetação de predominância arbórea, adaptada à flutuação de salinidade, que coloniza solos lodosos, pouco consolidados, rico em matéria orgânica e com baixo teor de oxigênio. Os manguezais apresentam melhor desenvolvimento na faixa entre os trópicos de Câncer e Capricórnio (23°27' N e 23°27' S), principalmente nas imediações da linha do Equador.

Os manguezais podem ser caracterizados como um elo da cadeia alimentar de elevada produtividade biológica. Os manguezais funcionam como berçários para diversas espécies que vivem em água salgada como aves, peixes e mariscos, comunidades complexas de suporte a organismos bentônicos, sendo repositórios da biodiversidade marinha e fornecedores de recursos e serviços naturais vitais à sobrevivência humana.

A vegetação de mangue é de boa qualidade madeireira, além de produção de outros compostos extraídos da mesma. O solo é explorado, para produção de tijolos, telhas, painéis nas olarias. Manguezais tem sido devastados também para construção de tanques de atividade de carcinocultura. A ocupação desordenada das cidades contribuem diariamente para degradação deste Ecossistema.

Apesar da sua importância, os manguezais estão desaparecendo a uma taxa de 1 a 2% ao ano devido a atividades antrópicas tais como urbanização, a expansão das atividades industriais, e o uso dos recursos naturais de prospecção ao longo da costa, as quais têm impactos direto no enriquecimento dos manguezais por poluentes ambientais, a exemplo de metais como o chumbo e cádmio.

A bacia do Subaé, tem sido impactadas por atividades antropogênicas desde a décadas de 1960 quando uma empresa de processamento de minérios de chumbo contaminou o rio e manguezais com metais como Pb e Cd os quais ainda continuam tendo um grande impacto na qualidade do ecossistema manguezal e na saúde da população ribeirinha que depende da atividade de mariscagem. No presente, existem diversas empresas no complexo industrial da cidade de Santo Amaro que lançam no rio os rejeitos brutos resultantes do processo produtivo diretamente no rio Subaé; lixo urbano lançado ao longo das margens do rio Subaé também tem contribuído para a poluição do Rio e para degradação do ecossistema manguezal localizados na região.

No presente estudo, foi selecionado uma área de manguezal na bacia do Subaé, próximo a São Francisco do Conde foi durante coleta de solo da ilha de Cajalba, área onde há

um projeto de Doutorado, foi observado esta área com grande disposição de resíduos de origem antropica, despertando para estudo da possível interferência deste material no manguezal. A área problema foi escolhida para o estudo por apresentar uma deposição de resíduos de lixo de origem antrópica arrastados e acumulado na área pelo fluxo normal da maré, pode também estar sofrendo influencia das fábricas adjacentes. que apresentava alta concentração de resíduos urbanos, com efeitos visíveis e diferenciado na composição padrão da estrutura de manguezal que ocorre na área.

Baseado nessa constatação visual, o presente trabalho foi desenhado para avaliar o efeito dessa contaminação nas características químicas do manguezal. Para avaliar o efeito desse impacto selecionadas análise química e física foram realizadas na área.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Esse estudo teve como objetivo avaliar o impacto da contaminação em alguns atributos químicos de uma área de manguezal no município de São Francisco do Conde.

2.2 Objetivos específicos

- ✓ Avaliar os atributos químicos de um solo de manguezal da Região de São Francisco do Conde.
- ✓ Detectar as possíveis fontes de contaminação do manguezal.
- ✓ Relacionar a vegetação predominante da área com os atributos químicos, físico-químicos e textura do solo.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 O MANGUEZAL

Manguezal é um ecossistema costeiro, de transição entre os ambientes terrestres e marinho, constituído por vegetação de predominância arbórea, adaptada à flutuação de salinidade, que coloniza solos lodosos, pouco consolidados, rico em matéria orgânica e com baixo teor de oxigênio. Os manguezais apresentam melhor desenvolvimento na faixa entre os trópicos de Câncer e Capricórnio (23°27" N e 23°27" S), principalmente nas imediações da linha do Equador (Ferreira, 2002).

A área estimada de manguezais no mundo é de 162.000 km² sendo 25.000 Km² distribuídos em 8.000 Km da costa continental brasileira que vai do Oiapoque até Laguna, ou seja, do extremo norte do país até o Litoral de Santa Catarina. As maiores extensão de florestas de manguezal do mundo estão localizadas na Malásia, Índia, Brasil, Venezuela, Nigéria e Senegal (Lacerda, 1984).

A área de Manguezais no estado da Bahia é de cerca de 1.000 Km², distribuído em 1.181 km de costa. Os municípios de Valença e Maraú possuem maior faixa de floresta de Mangue. A malha estuarina de Canavieiras também apresenta grande presença de manguezais. Os bosques de mangue branco, preto e vermelho situados ao redor da Baía de Todos os Santos, possuem mais de 10.000ha deste ambiente (Ramos, 2002).

3.2 BACIA HIDROGRÁFICA DO LOCAL DE ESTUDO

A Bacia hidrográfica do Rio Subaé está localizada a leste do Estado da Bahia, tendo aproximadamente 1.233 km², a Baía de Todos os Santos (BTS) é a segunda maior baía do Brasil (Hatje & Andrade, 2009); sua configuração atual é resultado de um “rift” formado durante a separação entre a América do Sul e África e posterior preenchimento com materiais da Bacia Sedimentar do Recôncavo (Dominguez & Bittencourt, 2009). Entre as falhas geológicas de Salvador e de Maragogipe, a BTS é circundada por 177,60 km² de manguezais e 10,60 km² de apicuns (Hadlich et al., 2008).

Limita-se ao norte com a bacia do Rio Pojuca, ao leste com a bacia do Rio Jacuípe, ao sul com as bacias dos Rios Joanes e Açú e Baía de Todos os Santos e a oeste com a bacia do Rio Paraguaçu. A nascente da bacia do Rio Subaé está localizada no Município de Feira de Santana, na Lagoa do Subaé, e a sua foz localiza-se na Baía de Todos os Santos, e engloba parte dos municípios de Feira de Santana, São Gonçalo dos Campos, Amélia Rodrigues, Santo Amaro e São Francisco do Conde (Figura 1).

A área de drenagem é de 655 km², com extensão de 55 km; a vazão média do rio Subaé é de 2,71 m³ s⁻¹ (BAHIA, 2012). Os principais afluentes na margem direita são o Rio Sergi, Rio Sergi Mirim, Rio Pitanga ou Pitinga, Rio da Serra e Rio Piraúna (afluente do Sergi), e na margem esquerda o Rio Subaezinho, Rio Traripe, Rio do Macaco (afluente do Traripe) e Rio Canto do Muro. A bacia hidrográfica do Rio Subaé apresenta sérios impactos ambientais nos seus principais cursos d'água, decorrentes da poluição por chumbo (Pb), cádmio (Cd), e efluentes domésticos e industriais.

Geologicamente a área é representada por sedimentos Tércio-Quaternários, denominados de grupo Barreiras, além das formações Complexo ígneo-metamórfico Caraíba-Paramirim, Grupo Brotas, Grupo Santo Amaro, Grupo Ilhas, Sedimentos aluvionares e de mangue do quaternário (Radam, 2013).

3.3 OS SOLOS DE MANGUEZAIS

Os solos de manguezais são halomórficos e se desenvolveram a partir de sedimentos marinhos e fluviais com presença de matéria orgânica e ocorrem em regiões de topografia plana na faixa costeira sob a influência constante do mar, as variações ocorridas nestes solos podem consistir em Gley Húmicos, GleyPuco Húmicos e Solos Orgânicos (Embrapa, 1978).

Todas as classes de solos que ocorrem em áreas de manguezais estão associadas à influência marcante da água. Nessas áreas, vários solos podem ocorrer: Areias Quartzosas Marinhas (Neossolos Quartzarênicos) e Pdzóis Hidromórficos (Espodossolos) (em terrações arenosos), solos hidromórficos, Solos Gley (Gleissolos), Orgânicos com tiomorfismo (Organossolos) e solos aluviais (Neossolos Flúvicos), principalmente da era Cenozóica (Lani, 1998).

A predominância de frações finas (argila e silte), o elevado teor de matéria orgânica e sais nos solos dos manguezais são explicados por estar em região de baixa energia e frequente contato com o mar, além da decomposição de serrapilheira. Isto gera solos reduzidos com cores, de acinzentada a preta, com presença de H₂S (Cintrón&Schaeffer, 1983). As mais evidentes propriedades destes solos são a salinidade, a ampla variação nos valores de pH, CTC (Capacidade de Troca Catiônica), além da retenção de água em função do encharcamento (Schulz, 2000), estas alterações afetam a queda do potencial redox, aumento dos valores de pH e mudança na dinâmica do ferro e enxofre (Ferreira, 2002).

O constante aporte marinho e fluvial influencia a origem dos argilominerais nos manguezais, podendo ocorrer de modo detrital, quando são trazidos de outros ambientes pela

ação hídrica, ou de modo autóctone, quando são formados “*in situ*” através de precipitação direta a partir de íons presentes na solução (halmirólise) e a transformação a partir de um mineral precursor (Hillier, 1995).

3.4 BREVE HISTÓRICO SOBRE ADEGRADAÇÃO NA REGIÃO

Em 1960 a COBRAC - Companhia Brasileira de Chumbo iniciou suas atividades no Município de Santo Amaro, durante 33 anos de funcionamento essa indústria, localizada a menos de 300 m do Rio Subaé, contaminou o rio através de diversas vias como emissão de material particulado atmosférico, por transbordo da lagoa de rejeitos e por lançamento de material contaminado diretamente nas águas desse rio (Portela et al., 2010). Estima-se que mais de 250.000 toneladas de cádmio (Cd) tenham sido lançadas no rio Subaé e pelo menos 150.000 toneladas de Cd e 1.152 toneladas de SO₂ tenham sido lançadas na atmosfera (Machado et al., 2003).

Já na década de 1970 um estudo pioneiro sobre a contaminação por metais em um tributário da Baía de Todos os Santos (Reis, 1975) mostrou que as concentrações de Cd e Pb nas águas do Rio Subaé excediam os limites preconizados pela Organização Mundial da Saúde em, respectivamente, 8 e 16 vezes (Hatje & Andrade, 2009). A presença de chumbo e cádmio nos sedimentos e em frutos do mar, na população local, em animais e em plantas tem sido identificada em diversos estudos (Anjos & Sánchez, 2001; Carvalho et al., 2003) na região de Santo Amaro e São Francisco do Conde.

As pressões jurídicas e institucionais em prol de ações efetivas da proteção do meio ambiente e indenização começaram a se avolumar contra a empresa a partir da década de 1980, (Di Giulio, 2010). As atividades da empresa foram encerrada na década de 1990, também motivada pelos baixos preços dos metais básicos no mercado internacional, pelo declínio dos teores de chumbo tanto no minério como nas reservas de pequeno porte e pelo alto custo operacional.

Além da fábrica de Santo Amaro é evidente que outras fontes estão associadas inclusive na Região onde há presença da Refinaria Landolfo Alves, fábrica de asfalto, entre outras atividades em áreas adjacentes.

Os manguezais apresentam muitas vantagens para a sociedade. São fonte de alimentos, serviços, matéria-prima, são reguladores dos processos erosivos costeiros, filtro natural de poluentes, capacidade de retenção e imobilização de metais pesados, impedindo que mercúrio, chumbo, cádmio e muitos outros sejam solubilizados. Além da proteção às comunidades

ribeirinhas a enchentes além de ser local adequado para atividades educacionais, turísticas, investigação científica e foto-paisagístico (Ramos, 2002; Vannucci, 2002; Veiga, 2003).

Ramos (2002) cita os seguintes impactos antropogênicos em manguezais: exploração madeireira, estradas, portos, agricultura, carcinocultura, ocupações urbana e industrial, pesca predatória, lançamentos de efluentes industriais, agrotóxicos e domésticos além dos resíduos sólidos (lixões) como também derramamento de petróleo.

Fidelman (1999) sinaliza que um dos problemas com relação a impactos antrópicos é devido ao crescimento desordenado do uso do solo, falta de planejamento da expansão urbana e ineficiência dos serviços de saneamento básico. O desenvolvimento petrolífero traz consequências desastrosas aos manguezais, desde suas instalações, passando pela extração, produção e distribuição. Muitos trabalhos têm sido realizados para monitorar os impactos petrolíferos em manguezais.

Veiga (2003) apresenta um rico acervo a respeito de acidentes ambientais na Baía de Todos os Santos decorrentes das atividades do complexo petrolífero como também todas as medidas que foram tomadas para monitoramento destes impactos.

Disposição de Esgoto em Manguezais

Ferreira (2002) enfatiza que poucos estudos têm sido realizados a cerca da disposição de efluentes domésticos nos manguezais. Afonso (1999 apud Ferreira 2002) destaca que a contaminação de esgoto doméstico em manguezais podem causar contaminação por organismo patógenos, eutrofização, desoxigenação da água, contaminação física com depreciação da qualidade devido ao aumento da turbidez e a alteração de temperatura e cor.

Os aspectos sanitários apresentam-se como agentes estressores através de aporte de esgotos e lixiviação de resíduos sólidos isto devido ao mau planejamento urbanístico (Gonçalves et al, 2011.).

Contaminação por Metais

A disposição de metais traço no ambiente é proveniente de duas fontes: natural e antrópica. A variabilidade natural destes metais é consequência da heterogeneidade dos materiais geológicos. Já a inserção de metais por atividades humanas, está associado ao uso de insumos na agricultura e pecuária, emissões atmosféricas e aos rejeitos industriais e a disposição de resíduos e efluentes urbanos (Boa Ventura, 2011).

A supressão da vegetação de manguezais altera o acúmulo de matéria orgânica que consequentemente afeta a acumulação de metais, havendo uma distribuição espacial inversa entre o conteúdo de matéria orgânica e as concentrações de Fe, Cu, e Pb, alterando significativamente a geoquímica de metais-traço nos sedimentos (Borges et al, 2006).

Os manguezais são excelentes imobilizadores de metais devido aos complexos organometálicos ali formados são relativamente estáveis sob as condições caracteristicamente redutoras (Boa Ventura, 2011). Porém, uma vez este ecossistema danificado perde esta característica.

A disponibilidade, o transporte e as correlações de metais traço estão diretamente associados à precipitação de óxidos hidratados de Fe e Mn (suportes geoquímicos) evidenciando sua importância na retenção dos mesmos, ou seja, havendo correlação positiva entre metais traço e suportes geoquímicos (Fe, Mn, Al) há maior retenção deles. Já nas correlações negativas de matéria orgânica e metais gerada pela disposição de efluentes gera um efeito de diluição (Jesus et al, 2004).

Os metais traço, acumulados, tornam-se tóxicos, isto devido a impactos ambientais, além dos processos naturais como o intemperismo das rochas locais e erosão que estabelecem os níveis de metais em solos e sedimentos, desta forma a dispersão e deposição de metais traço em solos e sedimentos está associada a fatores físicos, incluindo a topografia, direção dos ventos e escoamento superficial (Boa Ventura, 2011).

A supressão da vegetação de manguezais altera o acúmulo de matéria orgânica que consequentemente afeta a acumulação de metais, havendo uma distribuição espacial inversa entre o conteúdo de matéria orgânica e as concentrações de Fe, Cu, e Pb, alterando significativamente a geoquímica de metais-traço nos sedimentos (Borges et al, 2006).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 LOCALIZAÇÃO

O estudo foi conduzido no Município de São Francisco do Conde localizado entre a latitude 12°37'45"S e longitude 38°40'50"W, na Bacia do Rio Subaé, Figura 2, localizado na região do Baixo Subaé, no início da área estuarina, a vegetação predominante na área de coleta é de Mangue Preto e Mangue Vermelho.

Onofre *et al.* (2007) caracteriza a vegetação predominante na Baía de Todos os Santos sendo representada pelas espécies *Laguncularia recemosa* R. Gaertn (mangue branco), associada a *Avicennia schaueriana* Stapf & Leech. (mangue siriúba ou preto) e *Rhizophora mangle* L. (mangue vermelho).

O mangue vermelho possui predominância do gênero *Rhizophora* apresenta melhor desenvolvimento em solos rasos e siltosos, estão protegidos da ação direta das ondas e oceano e com elevados índices pluviométricos. Ocupa margens de rios, possuem elevados valores de pH, enxofre oxidável, fósforo, nitrogênio, carbono com alta relação C/N (Jimenez, 1985; Lemos, 2011).

O mangue preto ou siriúba possui predominância do gênero *Avicennia* é mais tolerante aos altos níveis de salinidade, eliminando o sal do interior através de estômatos que se localizam na superfície das folhas. Encontrado em solos com elevadas concentrações de pirita (Jimenez, 1985; Lemos, 2011), possui boa qualidade madeireira para lenha, fato que pode explicitar o desmatamento florestal encontrado na área central do manguezal estudado.

4.2 MEIO FISICO

O município de São Francisco do Conde fica situado ao norte da Bahia de Todos os Santos, estando compreendido na Bacia Hidrográfica do Rio Subaé (Garcia, 2007). O clima é quente e úmido sem estação seca, com precipitação média anual de 1900 mm sendo maiores nos meses de abril e agosto. Temperatura média anual de 25° C e amplitude térmica de 5,5° C (Veiga, 2003). Os solos argilosos predominam na porção norte da Baía, enquanto que as areias médias e grossas tem maior expressividade na porção Sul.

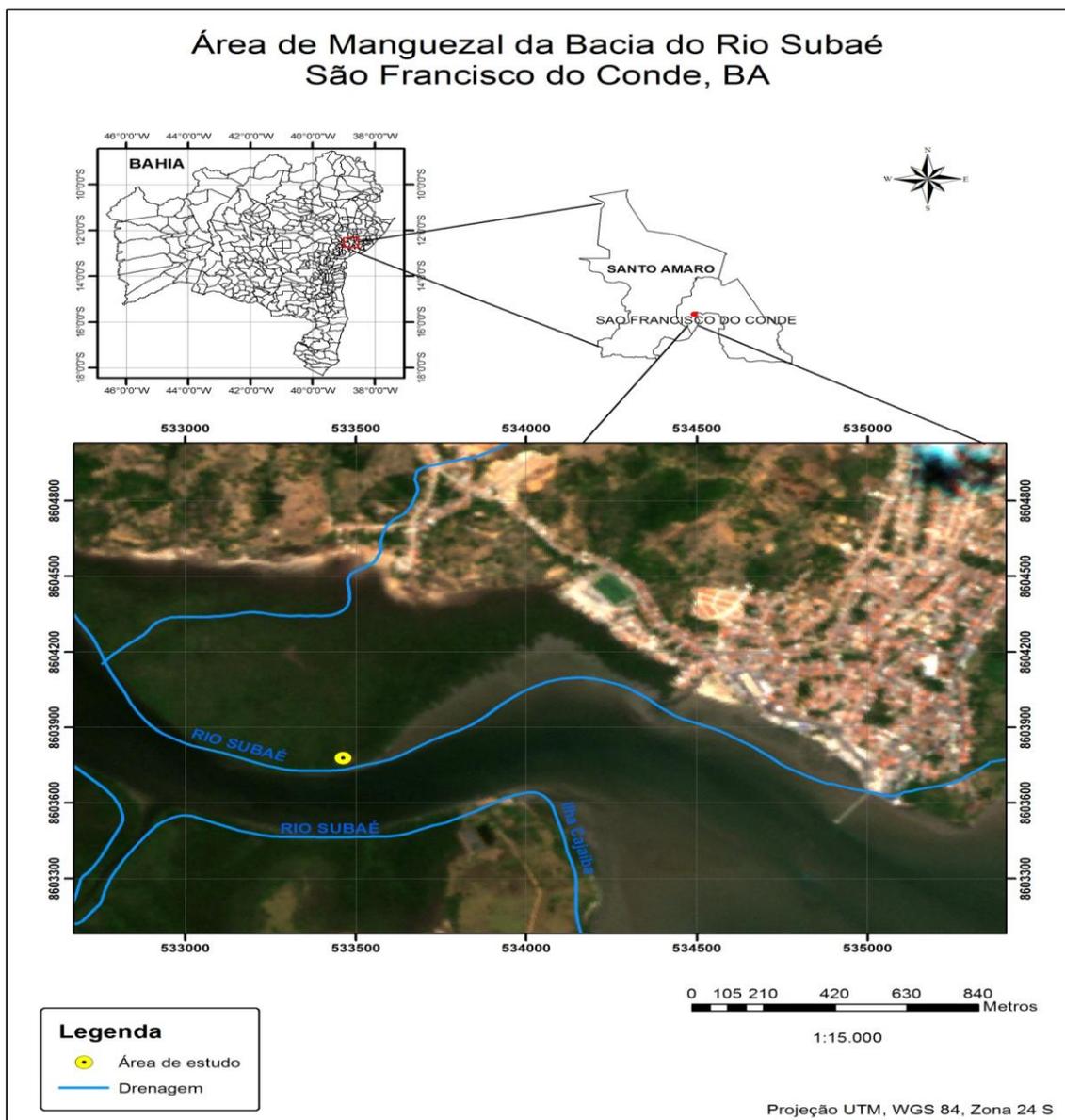


Figura 2. Representação cartográfica da área em estudo

4.3 TRABALHO DE CAMPO

A área experimental foi dividida em três áreas: área 1, até 40m; área 2 de 40 m a 80m e; área 3 cima de 80 m de distancia da franja do Rio, Figura 3. Dentro de cada área foram coletada três amostras compostas de quatro amostras simples. As amostras foram coletadas na profundidade de 0 a 0,2 m com pá plástica a 0,2 m e acondicionadas em sacos plásticos limpos e devidamente identificados com etiquetas. Todos os pontos de coletas foram georeferenciados com GPS portátil para gerar mapa de localização dos pontos de coleta. Antes da coleta das amostras o solo foi avaliado para pH em campo e para condutividade elétrica utilizando.

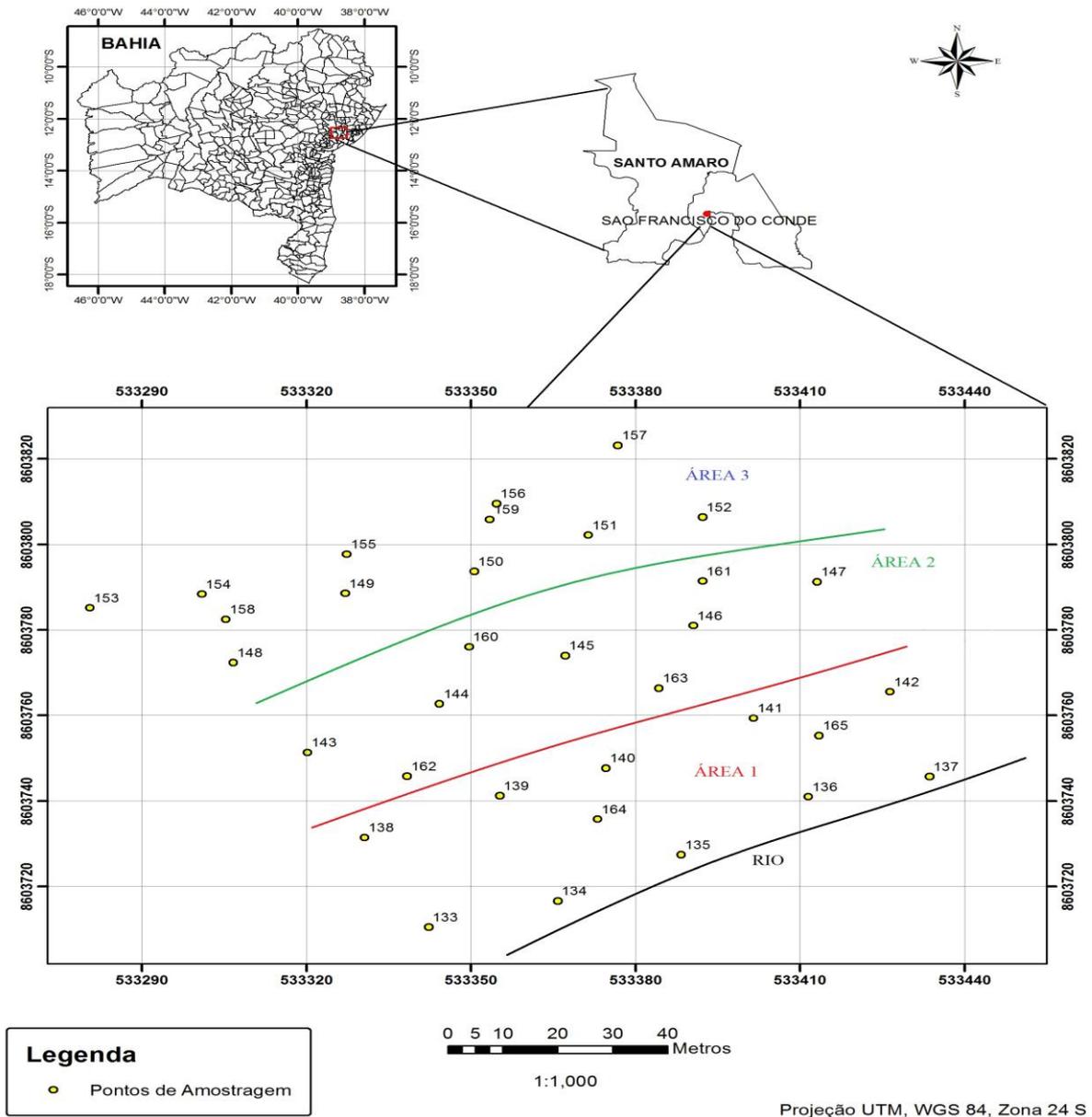


Figura 3. Grade de amostragem com disposição dos pontos de coleta na área de manguezal no município de São Francisco do Conde.

As amostras foram transportadas para o Laboratório de Metais Traço da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, onde foram analisados o pH e o Eh de cada amostra de solo.

A outra porção foi colocada para secagem ao ar, destorroadas, homogêneas e trituradas em moinho tipo Willey, obtendo-se a TFSA (Terra Fina Seca ao Ar). Uma parte do solo seco foi moído em almofariz de ágata para análise de fertilidade e determinação de metais. Após beneficiado o solo foi armazenada em potes plásticos.



Figura 4. Disposição do solo para perda de umidade do solo coletado em Manguezal de São Francisco do Conde – BA.

4.4 ANÁLISES LABORATORIAL

4.4.1 Análises físicas

Foram determinadas análise granulométrica pelo método da pipeta com adaptações ao método (EMBRAPA, 2007). Tomou-se 100 g de solo ao invés de 50 g como propõe o método devido a necessidade de remover os altos teores de matéria orgânica e de sais da amostra o que resulta em perdas significativas de amostra. Utilizando 20 g de solos no final da análise dispunha-se de cerca de 20 g de amostra para caracterização textural do solo. Determinou-se também a densidade das partículas pelo método do balão volumétrico (Embrapa, 1997).

4.4.2 Análises químicas

Foram determinados Ca, Mg e Al em extrator KCl 1 mol L⁻¹; K e Na pelo extrator Melich; Al+H em acetato de cálcio tamponado a pH 7,0; o pH foi determinado potenciométricamente em água e em solução de KCl 1 mol L⁻¹, na relação solo:solução de 1:2,5 após agitação das amostras seguida por três horas de repouso. A CTC do solo foi calculada adicionado o valor V (saturação por bases) a acidez potencial Al+ H. O carbono orgânico foi determinado por meio da oxidação da matéria orgânica com solução de dicromato de potássio 1 mol L⁻¹, em meio ácido e titulação do excesso de dicromato com solução de sulfato ferroso amoniacal 0,5 mol L⁻¹, usando difenilamina como indicador. O teor de nitrogênio total e inorgânico no solo foram determinados pelo método Kjeldahl por destilação a vapor, segundo a descrição da EMBRAPA (2007). A condutividade elétrica no extrato de saturação foi determinada pelo método do condutivímetro de leitura direta. O potencial redox foi obtido com eletrodo de Pt-Ag, tendo como referência o eletrodo de hidrogênio a 25°C. O sódio no extrato de saturação pelo método fotométrico ou

espectrofotometria, considerando-se leitura da amostra x diluição x fNa = mmolc de Na por litro do extrato, seguindo os métodos propostos por EMBRAPA (2007).

4.4.3 Extração de metais no solo

As amostras moídas em almofariz de ágata foram passadas em peneira com abertura de malha de 2,0 mm, pesadas 0,2 g às quais foram digeridas conforme o método USEPA 3050 B (van Raij *et al.*, 2001), em 10 ml de solução de HNO₃: H₂O deionizada na proporção 1:1. Aquecido em placa digestora durante 5 horas a 95° C, sendo colocada para resfriar, após resfriada foi adicionado 2,0 mL de água destilada e 3,0 mL de H₂O₂, resfriando após reação, adicionando novamente H₂O₂ de 1,0 ml em 1,0 mL até que a aparência da amostra não alterou mais. Para completar o procedimento 5,0 mL de ácido clorídrico concentrado e 10,0 mL de água deionizada foram adicionadas a amostra as quais foram aquecidas a 95° C por mais 15 minutos. Após digestão do solo as amostras foram filtradas armazenadas em frascos de vidro e enviadas ao laboratório do Núcleo de Estudos Ambientais (NEA), na Universidade Federal da Bahia (UFBA) para determinação dos metais por espectrometria de absorção atômica.

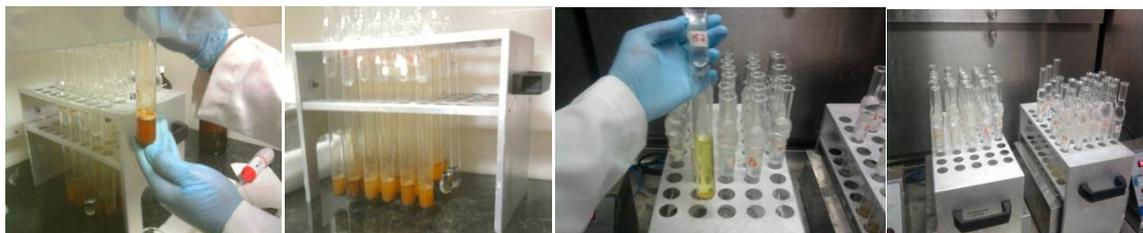


Figura 5. Procedimento de Digestão do solo para leitura de Metais.

4.5 Análise Estatística

O estudo foi conduzido em delineamento experimental em blocos ao acaso com três tratamentos, áreas situadas em diferentes distâncias da franja do rio, com três repetições. A área experimental foi de aproximadamente 12000 m², ou seja aproximadamente 4000 m² para cada área. Os dados foram avaliados a nível de probabilidade de P<0,05 para análise de variância e teste de Duncan para comparação das médias, utilizando o aplicativo SAS (SAS, 2000). Análise estatística multivariada será aplicada para análise de componentes principais (ACP) e correlações usando o aplicativo SPSS 17.0.

A análise multivariada de componentes principais (ACP) foi realizada utilizando o programa ADE-4 (THIOULOUSE *et al.*, 1997). A ACP foi realizada para as variáveis químicas do solo (pH em campo, pH em H₂O, pH em KCl, Al, P, Corg, Pb, Mn, Zn, Fe, Cd) e os diferentes tratamentos por pontos (FM, AC e FI).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os constantes processos geradores de contaminação como, a presença de indústrias do ramo petrolífero, a falta de saneamento básico nas comunidades ribeirinha, e os efeitos ainda sentidos da Fábrica de Chumbo que funcionou em Santo Amaro tornam a Bacia do Subaé entre Santo Amaro e São Francisco do Conde tornam os manguezais existentes na região bastante vulneráveis. No presente foi avaliado o efeito da ação antropogênica nas características químicas de um solo manguezal.

A textura do solo da área estudada é muito argilosa, Tabela 1, sendo que a área 1 apresenta menores percentagens de argila (65,22%) e maior concentração de areia (9,99%) quando comparado com os solos da área 2 e 3. A proximidade da área 1 do rio pode ser responsável pela maior perda de argila e consequentemente concentração da fração textural mais pesada, areia. As áreas 1 e 2 mais afastadas do rio, maior proporção de partículas finas (Gomes, 2002). Os teores de argila (76,13% e 76,51%) de silte (20,72 e 24,79%) e areia (3,15% e 3,80%) das áreas 2 e 3, respectivamente foram semelhantes.

Os valores de Eh nas três áreas variaram de 293 mv a 302 mv e apesar de alto não variou entre as três áreas. É possível que o solo de manguezais da área apresente caráter tiomórfico, e a oxidação dos sulfetos de Fe, que resulta em valores de Eh elevados como os obtidos neste estudo. Resultados semelhantes foram obtidos por VIDAL-TORRADO *et al.*, (2005), Tabela 1.

Tabela 1. Característica textural e física da área experimental em São Francisco do Conde, Bahia.

Área	Areia	Argila	Silte	Classificação textural	Eh	dSiemens
	gKg ⁻¹	gKg ⁻¹	gKg ⁻¹		mV	
1	99,9 a	652,2 b	247,9 a	Muito Argilosa	301,94 a	22,81 a
2	31,5 b	761,3 a	207,2 a	Muito Argilosa	296,77 a	23,75 a
3	38,0 b	765,1 a	196,9 a	Muito Argilosa	293,44 a	21,38 a

Devido ao halomórfico dos solos de mangues, o teor de sais nas três áreas foi alta e variando de 21,38 dS a 23,75dS ou seja em torno de 5 vezes maior do que os obtidos em solos considerados não salino, Tabela 3. O teor de sais não variou entre as áreas avaliadas.

O pH do solo determinado em campo variou de 7,00 a 7,13, o que o classifica como praticamente neutro (EMBRAPA, 2006). O valor de pH_(H2O) variou de 5,75 na área 1 a 6,42 na área 2 enquanto o pH em KCl variou de 5,57 na área 1 a 6,22 na área 2, Tabela 1, caracterizando-os como Moderadamente ácido (EMBRAPA, 2006). Os valores de pH encontrado na área é comum para ambientes halomórficos de cunha marinha que

normalmente apresentam pH entre 5,0 e 9,6(Prada-Gameroet *al.*, 2004).A área 1, que fica na franja do manguezal, em contato direto com o fluxo da maré apresentou valor de pH mais baixo do que o valor de $pH_{(H_2O)}$ e $pH_{(KCl)}$ da área 2 e 3. A diferença entre os valores de pH determinado em campo e o $pH_{(H_2O)}$ e $pH_{(KCl)}$ determinado em laboratório pode ser atribuído a oxidação da matéria orgânica e/ou a oxidação de compostos de enxofre quando o solo é colocado para secar. A maior acidificação da área 1 pode está relacionado com o maior teor de C-organico na área, Tabela 3.

A CTC da área estudada variou de 83,8 $Cmol_c kg^{-1}$ a 89,4 $Cmol_c kg^{-1}$ e não houve diferença entre as áreas, Tabela 2. Sódio foi o cátion presente em maior proporção nos sites de troca, variando de 64,70% a 67,52%. Estes valores são bem superiores ao limite inferior estabelecido para solos sódicos, ou seja 15%. Ou seja o solo da área é salino sódico, o que impõe duas limitações a área, a alta salinidade limita a presença de plantas tolerantes a alta concentração de sal, daí a pequena diversidade de plantas existentes na área e dispersão do solo, característica resultante da alta concentração de sódio.

Magnésio foi o segundo cátion mais presente no solo com a saturação variando de 21,99% na área 3 a 23,89% na área 1. Cálcio foi o terceiro cátion presente em maior concentração no complexo de troca, variando de 4,08% na área 3 a 5,19% na área 1. O teor de Ca na no complexo de troca da área 1 foi maior do que nas outras áreas. A maior concentração de Ca na área 1 pode estar relacionada com a presença de conchas na área 1, o que resultou em uma concentração de 4,6 $Cmolc Kg^{-1}$ maior do que nas áreas 2 e 3 que foi cerca de 3,7 $Cmolc Kg^{-1}$, Tabela 2.

Tabela 2. Atributos químicos das três áreas analisadas no solo de Manguezal, em São Francisco do Conde, Ba.

Área	campo	pH			Ca	Mg	K	Na	Al	H+Al	CTC	SB	V	m
		H ₂ O	KCl	Valor Δ										
1	7,02 a	5,75 b	5,57 b	-0,18 a	4,6 a	21,19 a	2,73 a	52,28 a	0,02 a	7,9 a	88,7 a	80,8 a	91,73 a	0,02 a
2	7,00 a	6,42 a	6,22 a	-0,20 a	3,7 b	18,99 a	2,58 a	55,78 a	0,02 a	2,9 a	83,8 a	80,9 a	96,55 a	0,03 a
3	7,13 a	6,36 a	6,18 a	-0,18 a	3,6 b	19,66 a	2,40 a	60,36 a	0,02 a	4,2 a	89,4 a	85,2 a	95,35 a	0,02 a

Como esperado, os teores de Al presente na área experimental de elevado pH foi muito baixa, $0,02 \text{ molc Kg}^{-1}$. Esse resultado é mais um indicativo que a acidez presente quando da secagem do solo deve ser de outros processos oxidativos e não pela presença de Al.

O Carbono orgânico (Corg), é uma das principais frações da MOS (Matéria Orgânica do Solo), apresenta importante papel nos processos químicos e biológicos do solo. A fonte de natural de C-orgânico de solos de manguezais é devido a formação de serrapilheira, decomposição de crustáceos enquanto a deposição de resíduos domésticos, lançamento de efluentes industriais, entre outras possibilidades são resultantes da ação antropogênica. A concentração de C-orgânico da área 1 ($183,50 \text{ g kg}^{-1}$) foi cerca de 3 vezes superior ao da área 3 ($65,43 \text{ g kg}^{-1}$) e aproximadamente duas vezes maior do que da área 2 ($99,57 \text{ g kg}^{-1}$). De acordo com EMBRAPA (2006) solos com teores de carbono superiores a 80 g kg^{-1} são considerados como solos orgânicos. Baseado nesse princípio só a área 3, mais distante do franja do rio não é orgânico. Esses resultados confirmam as nossas suspeitas iniciais, de que a área 1, mais próximas da franja do manguezal (Tabela 2) mais sujeita as alterações antrópicas trazidas pela água do rio. De acordo com Reddy *et al.* (1999), os elevados teores de C nestes ambientes se devem às elevadas taxas fotossintéticas juntamente às baixas taxas de decomposição.

Apesar das áreas 2 e 3 ainda não estarem totalmente impactadas, observa-se que existe um gradiente decrescente de concentração de carbono a medida que se distancia da franja do manguezal, Tabela 2. Na área 2 há menor presença de vegetal e conseqüente maior acúmulo de materiais em decomposição como restos vegetais, lixo de origem domestica peixes mortos, que são levados pela variação de maré. Na área 3 onde há predomínio de vegetação, não foi notado acúmulos de resíduos sólidos, com conseqüente redução do elemento no solo.

Tabela 3. Efeito no teor de metais e atributos químicos do solo em área de manguezal em São Francisco do Conde, Bahia.

Área	Pb	Cd	Mn	Zn	Fe	P	Corg	Ntotal	NO3	NH4
	mgKg-1						gkg-1			
1	59,03 b	2,16 a	161,48 a	64,04 a	218,29 a	25,09 a	183,50 a	1,04 a	0,004a	0,009 a
2	80,80 a	2,02 a	106,63 a	66,15 a	151,58 a	22,64 a	99,57 b	1,00 a	0,004 a	0,008 a
3	88,94 a	1,99a	124,46 a	65,96 a	181,97 a	27,99 a	65,43 b	1,00 a	0,004 a	0,008 a

Dado a solubilidade da forma inorgânica N-NH₄ e N-NO₃ os baixos teores de N presentes nas diferentes áreas foram baixos e semelhantes , Tabela 3.

Para verificar se a área experimental também tinha sido afetado pelo efeito de resíduo da indústria de mineração foi feito a análise de Pb, Cd, Mn, Zn e Fe, Tabela 3. O chumbo (Pb)

foi o único dos metais que apresentou variação significativa entre as áreas. A concentração de Pb na área 1 (59,03 mgkg⁻¹), foi menor do que na área 2 (80,80 mgkg⁻¹) e 3 (88,94 mgkg⁻¹). A menor concentração de Pb na área 1, pode ser o resultado do arrasto do material situado na franja do mangue.

Os valores de Pb obtidos nas três áreas foram superiores aos limites de qualidade (17 mg Kg⁻¹) e superiores aos limites de prevenção (72 mg Kg⁻¹) 2 e 3 estão acima do valor de Prevenção (CONAMA, 2009). Entretanto, não se pode afirmar que tais concentrações são resultante do processo de contaminação, pois não se conhece os valores de referência de metais para solos de mangue não contaminado. As concentrações obtidas para o Zn foram maiores que os limites de qualidade (60 mg Kg⁻¹) e menores que os de prevenção (300 mg Kg⁻¹). Os resultados para Cd não apresentaram diferenças entre as três áreas, porém, seus teores foram superiores aos limites de qualidade (<0,5 mg Kg⁻¹) e prevenção (1,3 mg kg⁻¹), segundo valores de referência da CETESB (2005).

Correlação Vegetação x Solo

A vegetação da área predominantemente de mangue preto, área 1 e área 2, apresenta correlações positivas com o pH_(KCl) (0,773) e Pb (0,789) e correlações negativas com Ca, valor m, C-orgânico, Mn e Areia, Tabela 4. Ou seja as plantas de mangue preto são tolerantes a ambientes com valores mais elevados de pH_(KCl) e altas concentrações de Pb e a ambientes com baixos teores de C-orgânico, baixos teores de areia e manganês.

Tabela 4. Correlação entre características do solo e a vegetação de Mangue Preto na Área Experimental.

pH (KCl)	Ca	m	Corg	Pb	Mn	Areia
0.773	- 0.790	- 0.775	- 0.699	0.789	- 0.773	- 0.738
(±0.0715)	(±0.0616)	(±0.0705)	(±0.1226)	(±0.0623)	(±0.0712)	(±0.0941)

Para a vegetação de mangue vermelho, que predominantemente área 3, as correlações foram positivas para pH em campo e Fe, com correlação negativa com o pH_(KCl) (-0,983), V (-0,767) e C-orgânico (-0,998), a forte correlação negativa da vegetação de mangue vermelho com o C-orgânico justifica o predomínio desta espécie na área mais afastada da franja do manguezal pois, os maiores teores encontra-se nas áreas 1 e 2 (Tabela 5).

Tabela 5. Correlação entre características do solo e a vegetação de Mangue Vermelho na área experimental.

pH (Campo)	pH (KCl)	V	Corg	Fe
0.951	- 0.983	- 0.767	- 0.998	0.998
(±0.049)	(±0.017)	(±0.233)	(±0.002)	(±0.001)

Análise de Componentes principais

Os dados de univariada indicaram que os impactos ambientais observados na área experimental impactou os teores de C-orgânico e pH do solo. Os teores de metais também estão acima de valores de referencia, embora não se possa inferir que essa variável foi impactada por atividade antropogênica já que não se dispõe de informação sobre os valores de referencia de mangue não contaminado na área. Foi feito um estudo de análise multivariada para comparar com os resultados da análise univariada.

A Figura 6 apresenta graficamente a análise decomponentes principais representada em duas dimensões pelo eixo CP1 (componente principal 1) e o eixo CP2 (componente principal 2). A distribuição espacial das variáveis químicas do solo (pH em campo, pH em H₂O, pH em KCl, Al, P, C-orgânico, Pb, Mn, Zn, Fe, Cd) está representada por setas e os diferentes tratamentos por pontos (FM, AC e FI).

Os três primeiros componentes principais explicaram 67 % da variância total dos dados, sendo 31 % explicado pelo CP1 e 20 % pelo CP2. O CP1 distinguiu a franja do mangue (A1) das áreas mais distantes do leito do rio (A2 e A3). O Corg e o pH foram as variáveis com maior coeficiente de correlação com o CP1, com autovetor negativo e positivo, respectivamente, caracterizando o componente químico do solo. A A1 apresentou maior teor de Corg, enquanto as áreas A3 e A2 maior acidez do solo.

Assim como o CP1, o componente principal 2 (CP2) separou a A1 das áreas A3 e A2. No entanto, as variáveis que mais influenciaram o CP2 foram os metais Mn, Fe e Pb. A concentração dos metais Fe e Mn é maior no leito do rio, enquanto o Pb denota maior influência do continente (Figura 6).

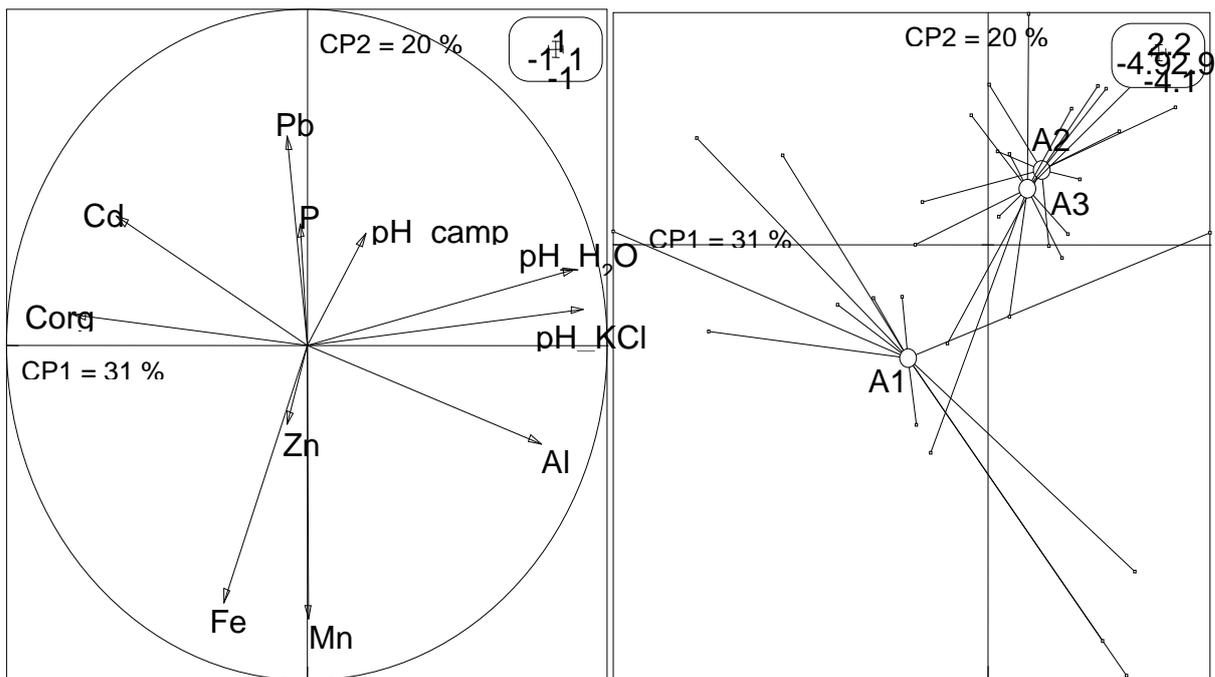


Figura 6. Análise de componentes principais para as variáveis químicas e metais pesados do solo de mangue.

6. CONCLUSÕES

A área de manguezal avaliada apresenta concentração de matéria orgânica, na área 1 sujeita aos impactos de origem antropogênicas maior que nas áreas 2 e 3.

As áreas estudadas apresentaram valores mais elevados de Pb e Zn do que os recomendados pelas agências de regulamentação ambiental.

Os solos da área estudada apresentam uma alta CTC sendo que sódio, magnésio, e cálcio são os cátions presentes em maiores proporções no complexo de troca. Na área 1, a percentagem de saturação de percentagem de cálcio é maior do que nas outras áreas.

RECOMENDAÇÕES

O reflorestamento da área de manguezal estudada contribuirá para melhorar o equilíbrio ecológico do ecossistema.

O estabelecimento de Valores de Referência para metais na área da bacia do Subaé é de grande importância para se determinar a qualidade dos solos de Manguezais da Bahia de Todos os Santos.

Um trabalho de educação ambiental orientando a população ribeirinha a respeito da importância sócio-ambiental do Manguezal ajudará na preservação do ambiente e possibilitará a exploração dos bosques de manguezais de modo racional.

A fiscalização do poder público das indústrias situadas a margem do Rio Subaé também contribuirá para redução de emissão de poluente para o rio.

6. REFERÊNCIA

- ANJOS, J. A. S. A. dos; SANCHEZ, L. E. Plano de Gestão ambiental para sítios contaminados com resíduos industriais: o caso da Plumbum em Santo Amaro da Purificação - BA. In: Bahia Análise & Dados, Salvador/BA, v.10 n. 4 p.306-309, mar. 2001. Disponível em: http://jangelo.unifacs.br/downloads/Projeto_Purifica.pdf. Acesso em: 05 out. 2012.
- BOAVENTURA, S. F.; HADLICH, G. M.; CELINO, J. J. Índices de contaminação de metais traço em encostas, manguezais e apicuns, Madre de Deus, Bahia. **Geociências**, v. 30, n. 4, p. 631-639, 2011.
- BAHIA (Estado). Instituto de Gestão das Águas e Clima - INGÁ. Proposta de Enquadramento Transitório para Região de Planejamento e Gestão das Águas do Recôncavo Norte e Inhambupe – Bacia do Rio Subaé. **Disponível em:** < <http://www.inga.org.br>. Acesso em 12 de março de 2012.
- BOA VENTURA, S. F., HADLICH, G. M., CELINO, J. J..Índices de Contaminação de Metais Traço em Encostas, Manguezais e Apicuns, Madre de Deus, Bahia. São Paulo, UNESP, **Geociências**, v. 30, n. 4, p.631-639, 2011.
- BORGES, A. C., DIAS, C. J., Silvia M. S., MACHADO, W., e Sambasiva R. Patchineelam. Distribuição Espacial da Baía de Guanabara (Estado do Rio de Janeiro). **Química Nova**, Vol. 30, Nº 1, 66-69, 2006
- CAPELLINI, V. L. M. F.; RODRIGUES, O. M. P. R.; MELCHIORI, L. E.; VALLE, T. G. M. Crianças contaminadas por chumbo: Estudo comparativo sobre desempenho escolar. **Estudos em Avaliação Educacional**, 19, 155-180, 2008.
- CARVALHO, F. M.; NETO, A. M. S.; TAVARES, T. M.; COSTA, A. C. A.; CHAVES, C. E. R.; NASCIMENTO, L. D.; REIS, M. A. Chumbo no sangue de crianças e passivo ambiental de uma fundição de chumbo no Brasil, **Rev Panam Salud Publica**, 13, 19-24, 2003.
- CETESB - Companhia de Tecnologia de SaneamentoAmbiental. Relatório de estabelecimento de valores orientadores para solos e águas subterrâneas no Estado de São Paulo,73p. 2005.
- CINTRÓN, G.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Introduccion a la ecologia del manglar**. Montevideo: Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la Unesco para América Latina y el Caribe, 1983. 109p.
- CUONG, D.T.; BAYEN, S.; WURL, O.; SUBRAMANIAN, K.; WONG, K. K. S.; SIVASOTHI, N.; OBBARD, J. P. Heavy metal contamination in mangrove habitats of Singapore. **Baseline/Marine PollutionBulletin**, 50: 1713-44. 2005.
- DI GIULIO, G. M.; FIGUEIREDO, B. R.; FERREIRA, L. C.; DOS ANJOS, J. A. S. A. Comunicação e governança do risco: A experiência brasileira em áreas contaminadas por chumbo, **Ambiente & Sociedade**, XIII, 283-297, 2010.
- DOMINGUEZ, J. M. L.; BITTENCOURT, A. C. S. P. Geologia. In: HATGE, V.; ANDRADE, J. B. Baía de Todos os Santos – aspectos oceanográficos. **EDUFBA**, Salvador. p. 42. 2009.
- EMBRAPA.**Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, Serviço de Produção de Informação. 412p. il., 2006.
- EMBRAPA. Centro de Pesquisa de Solos - **Manual de métodos de análises de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 211p. 2007.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA (EMBRAPA). Manual de métodos de análises de solo. 2. ed. Rio de Janeiro: Ministerio da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212 p.
- FERREIRA, T. O. Solos de mangue do rio Crumahú (Guarujá-SP): Pedologia e Contaminação por esgoto doméstico. Piracicaba, 2002. 113 p. Dissertação (mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.
- GARCIA, K. S.; OLIVEIRA, O. M. C; QUEIROZ, A. F. DE S.; ARGÔLO, J. L. GEOQUÍMICA DE SEDIMENTOS DE MANGUEZAL EM SÃO FRANCISCO DO CONDE E MADRE DE DEUS – BA. **Geochimica Brasiliensis**,21(2)167 - 179, 2007.
- GOMES, FELIPE HAENEL. Caracterização de solos de manguezais e de restinga no município de Ilhéus – BA. Viçosa, UFV, 2002.
- HADLICH, G.M.; UCHA, J.M.; CELINO, J.J. Apicuns na Baía de Todos os Santos: distribuição espacial, descrição e caracterização física e química. In: **QUEIROZ, A.F. de S.; CELINO, J.J. (Org.)**.

- Avaliação de ambientes na Baía de Todos os Santos: aspectos geoquímicos, geofísicos e biológicos. Salvador: UFBA, p.59-72, 2008.
- HATJE, V.; ANDRADE, J.B. Contaminação química. In: HATJE, V.; ANDRADE, J.B. Baía de Todos os Santos: aspectos oceanográficos. Salvador: EDUFBA, p. 19-22, 2009
- HATJE, V.; DE ANDRADE, J. B. (Org.) Baía de Todos os Santos – Aspectos Oceanográficos, EDUFBA, 2009.
- HILLIER, S. Erosion, sedimentation and sedimentary origin of clays. In: VELDE, B. (Ed.) **Origin and mineralogy of clays: clays and de environment**. Berlin: Springer, 1995. cap.4, p.162-214
- HE, M.; WANG, Z.; TANG, H. Modeling the ecological impact of heavy metal on Aquatic ecosystems: a framework for the development of an ecological model. **The Science of the Total Environment** 266: 291 – 298, 2001.
- INOUE, T.; NOHARA, S.; MATSUMOTO, K.; ANZAI, Y. What happens to soil chemical properties after mangrove plants colonize? **Plant Soil**, 346:259–273, 2011.
- JESUS, H. C., COSTA, E. A., MENDONÇA, A. S. F., ZANDONADE, ELIANA. Distribuição de Metais Pesados em Sedimentos do Sistema Estuarino da ilha de Vitória-ES. Artigo publicado na **Revista Química Nova**, Vol. 27, Nº 3, 378-386, 2004.
- LACERDA, L. D. Manguezais: Florestas de beira-mar. **Ciência Hoje** V.3, n.13, p.63-70, julho/agosto. 1984.
- LACERDA, L. D. Trace metals biogeochemistry and diffuse pollution in mangrove ecosystems. Okinawa: International Society for **Mangrove Ecosystems**, 65 p. 1998.
- LANI, J.L. Delatas dos rios Doce e Itapemirim; solos, com ênfase nos Tiomórficos, água e impacto ambiental do uso. Viçosa, 1998. 169p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
- MACHADO, S. L.; SAMPAIO, M. P.; CARVALHO, M. DE F. Contaminação por metais pesados em Santo Amaro da Purificação - BA - Modelagem numérica do transporte de poluentes. V Congresso Brasileiro de Geotecnia Ambiental - REGEO, Porto Alegre, 2003.
- MARCHAND, C.; M. ALLENBACH; E. LALLIER-VERGÈS. Relationships between heavy metals distribution and organic matter cycling in mangrove sediments (Conception Bay, New Caledonia). **Geoderma** 160: 444–456, 2011.
- MOREIRA, F. R.; MOREIRA, J. C. Os efeitos do chumbo sobre o organismo humano e seu significado para a saúde. **Revista Panamericana de Salud Pública**, 15, 119-128, 2004.
- MORTON, R. A. Coastal geoindicators of environmental change in the humid tropics. **Environ. Geol.**, v. 42, n. 7, p. 711-724, 2002.
- ONOFRE, C. R. de E.; CELINO, J. J.; NANO, R. M. W.; QUEIROZ, A. F. de S. Biodisponibilidade de metais traços nos sedimentos de manguezais da porção norte da Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil. **Revista de Biologia e Ciências da Terra** . Volume 7 – Número 2 - 65-82p., 2007.
- PRADA-GAMERO, R.M. Mineralogia, físico-química e classificação dos solos de mangue do Rio Iriri no canal de Bertioga (Santos, SP). Piracicaba, 2001. 76p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- PORTELLA, R. B.; GUEDES, J. F. de C.; GUIMARÃES, R. B.; ALCOFORADO, I. G.; MACHADO, S. L. Passivo Ambiental e Desengenharia: O exemplo de Santo Amaro da Purificação-BA. In: Anais do 1º Congresso Científico da Semana Tecnológica –19-21 de outubro de 2010, Bragança Paulista, SP, Brasil
- PROJETO RADAM BRASIL, RADAM. Acesso em 12.07.2013. Disponível em : <http://www.projeto.radam.nom.br/index.html>.
- RAIJ, B. Van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. (Ed.). Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 285p.
- RAMOS, SÉRGIO (Org.). Manguezais da Bahia: breves considerações. Ilhéus: Editus, 2002. 104 p.
- REDDY. K.R.; D'ANGELO, E.M.; HARRIS, W.G. Biochemistry of wetlands. In: SUMNER, M.E. (Ed.) **Handbook of Soil Science**. Boca Raton: CRC Press, 2000. cap.4, p.89-114.
- REIS, J. O. N. Determinação polarográfica de Pb²⁺ and Cd²⁺ em águas do rio Subaé, Santo Amaro, Bahia. Dissertação para concurso público de professor, Universidade Federal da Bahia, Brasil. 81p, 1975.

- R. M. PRADA-GAMERO, P. VIDAL-TORRADO, T. O. FERREIRA. Mineralogia e físico-química dos solos de mangue do Rio Iriri no canal de Bertiooga (Santos, SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 28:233-243, 2004.
- RUBENS, O.; LOGINA, I.; KRAVALE, I.; EGLITE, M.; DONAGHY, M. Peripheral neuropathy in chronic occupation inorganic lead exposure: A clinical and electrophysiological study. **Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry**, 71, 200-204, 2001.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Manguezal: ecossistema que ultrapassa suas próprias fronteiras. Pp. 34-37. In: E.L. Araújo, A.N. Moura, E.S.B. Sampaio, L.M.S. Gestinari, J.M.T. Carneiro (eds.). Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária. 2002.
- SCHULZ, H.D. Redox Measurements in Marine Sediments. In: SCÜRING, J.; SHULZ, H.D.; FISCHER, W.R.; BÖTTCHER, J.; DUIJNISVELD, W.H.M. (Ed.) **Redox: Fundamentals Processes and Applications**. Berlin: Springer, 2000. cap.19, p.235-246.
- THIOULOUSE, J. CHESSEL, D.; DOLE'DEC, S.; OLIVIER, J.-M. ADE-4: a multivariate analysis and display software. *Statistics and Computing*, v.7, p.75-83, 1997.
- World Resources Institute. *World Resources 1996-1997*. Oxford University Press, Oxford, 365 p, 1996.
- THIOULOUSE, J. CHESSEL, D.; DOLE'DEC, S.; OLIVIER, J.-M. ADE-4: a multivariate analysis and display software. *Statistics and Computing*, v.7, p.75-83, 1997.
- VEIGA, ISA GUIMARÃES. Avaliação da origem dos hidrocarbonetos em sedimentos superficiais de manguezais da região norte da Baía de Todos os Santos, Bahia. / Isa Guimarães Veiga. – Macaé: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro / Laboratório de Engenharia e Exploração de Petróleo, 2003; xvii, 205 p.:II Bibliografia Tese em mestrado em Engenharia de Reservatório e de Exploração.