



QUALIDADE DO MANGUEZAL DE SÃO FRANCISCO DO CONDE – BA, COM BASE EM UMA ANÁLISE SEDIMENTAR E DE FITOEXTRAÇÃO DE CHUMBO

Valéria de Santana Cajueiro

Programa de Pós-Graduação em Geoquímica: Meio Ambiente e Petróleo – POSPETRO (UFBA)

Marcus Vinicius Peralva Santos

Docente do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas das Faculdades Integradas de Sergipe,

Tobias Barreto - Sergipe

RESUMO: Os manguezais são ecossistemas típicos de regiões tropicais, os quais vem sofrendo grandes pressões ambientais como resultado das atividades humanas. Devido as atividades de beneficiamento de chumbo, o município de Santo Amaro sofreu com a contaminação do meio ambiente e da sua população, principalmente na região do Rio Subaé. Sabendo disso, o presente trabalho teve como objetivo geral verificar a presença de chumbo no manguezal de São Francisco do Conde – BA, e como objetivos específicos: analisar se há absorção de chumbo pela *Rhizophora mangle* e investigar sua biodisponibilidade no sedimento. Deste modo foram escolhidos três pontos no manguezal da região, sendo que em cada ponto foram escolhidos dois indivíduos aleatoriamente de *R. mangle* e retirado 60 folhas de cada, além de 100 g de sedimento no entorno das plantas escolhidas. Foi possível encontrar chumbo nas 3 amostras de sedimento, sendo 100,33 mg/Kg, o maior valor encontrado, entretanto nas folhas não foi detectado chumbo, levando a hipótese do metal não se encontrar biodisponível. Assim, recomenda-se estudos complementares, para se entender a dinâmica da planta com o contaminante e as características geoquímicas da área estudada¹.

Palavras-chave: Manguezal; Chumbo; *Rhizophora mangle*.

Abstract: Mangroves are typical ecosystems of tropic regions, which have been under great environmental pressure as a result of human activities. Due to lead processing activities, the municipality of Santo Amaro suffered from contamination of the environment and its population, mainly in the Subaé River region. Knowing this, the present work had as aim to verify the presence of lead in the mangrove swamp of São Francisco do Conde - BA, furthermore, to analyze if there is lead absorption by *Rhizophora mangle* and to investigate its bioavailability in the sediment. In this way, three points were chosen in the mangrove of the region, and at each point two individuals were chosen at random from *R. mangle* and 60 leaves were removed from each, in addition to 100 g of sediment around the chosen plants. It was possible to find lead in the 3 sediment samples, being 100.33 mg / Kg, the highest value found, however in the leaves, no lead was detected, leading to the hypothesis that the metal is not bioavailable. Thus, complementary studies are recommended to understand the dynamics of the plant with the contaminant and the geochemical characteristics of the studied area.

Key-words: Mangrove; Lead; *Rhizophora mangle*.

¹ Esta pesquisa não recebeu financiamento.



INTRODUÇÃO

Os manguezais são ecossistemas costeiros típicos de regiões tropicais e subtropicais, sujeitos aos regimes de marés (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995). São considerados como ambientes associados ao bioma mata atlântica, por sua distribuição pela costa brasileira (KJERFVE; LACERDA, 1993). O desenvolvimento próximo a essas áreas costeiras exerce grande pressão sobre os manguezais, a exemplo da expansão urbana por meio de atividades turísticas, portuárias e industriais, as quais têm sido as principais responsáveis pelas perdas significativas de manguezais (CLOUGH, 2013).

Sabendo disso, esse estudo teve como objetivo geral: verificar a presença de chumbo (Pb) no manguezal de São Francisco do Conde – BA, e como objetivos específicos: (a) analisar se há absorção de chumbo pela *Rhizophora mangle*; e (b) investigar a biodisponibilidade do metal no sedimento. Esses estudos são necessários para entender a dinâmica do contaminante com o solo a fim de impedir sua entrada nos ciclos naturais, passando a contaminar toda a cadeia trófica. Esse trabalho também pode ser usado pelo órgão ambiental do município para entender e reverter a contaminação local.

BENEFICIAMENTO DE CHUMBO EM SANTO AMARO – BA E A SAÚDE HUMANA

Os impactos ambientais gerados pela atividade de beneficiamento de chumbo realizadas pela Plumbum Mineração e Metalurgia Ltda., as margens do Rio Subaé é um cenário já conhecido pelas instituições públicas e pela sociedade a anos. A empresa abandonou suas instalações em Santo Amaro – Ba no ano de 1993, deixando no local um passivo ambiental equivalente a 490.000 t de escória contaminada com elementos-traço, principalmente cádmio (Cd) e chumbo (Pb). Além do descarte inadequado desses resíduos a escória, doada pela empresa à



população, era utilizada nas fundações e vias de acesso a suas casas, até a prefeitura do município utilizou esse material na pavimentação de ruas e outros locais públicos (ANJOS; SANCHEZ; 2001; ANJOS, 2003; SANTOS, 2011).

No ano de 2003 o Ministério da Saúde (BRASIL, 2003) realizou um estudo sobre os riscos da contaminação por metais pesados a saúde da população de Santo Amaro, contando com depoimentos de ex-funcionários e moradores, relatando como desde a instalação da empresa crianças moradoras das imediações sofriam com problemas respiratórios associados com a fumaça das chaminés, poeira das ruas e os cheiros de minério vindo da fábrica. Mesmo em crianças nascidas após o fechamento das fabricas era possível encontrar altos concentrações de chumbo no sangue. Estudos realizados pela UFBA no ano de 1980, corroboraram essa informação, constatando que 96% das crianças residindo a menos 900 metros da chaminé apresentavam níveis de Pb e Cd no sangue acima do limite de toxicidade e essa concentração aumentava conforme se aproximava da metalúrgica (SOUZA et al, 2012).

Segundo relato dos ex-funcionários havia queixas gerais de adinamia, fraqueza muscular, dor em membros inferiores e superiores, câimbras, irritabilidade, tonturas, nervosismo, inapetência e cólicas abdominais e vários casos de saturnismo, doença causada pela contaminação por chumbo, diagnosticado por médicos. Por não haver lavandeira na fábrica os uniformes acabavam sendo lavados em casas, conseqüentemente contaminado o resto da família, a água para o consumo era armazenada em um latão sem tampa exporto e, pela inexistência de refeitório no local, as refeições eram realizadas no pátio do local (BRASIL, 2003).

Estudos realizados em 2004 mostraram uma diminuição no risco de contaminação em Santo Amaro por meio de vias aéreas (SOUZA et al, 2012), apesar disso o solo ainda se configura como uma importante fonte de persistente de contaminação (BRASIL, 2003), esses materiais podem ser lixiviados atingido áreas de baixa velocidade de fluxo, condição esta existente nos manguezais na zona estuarina do rio Subaé, em Santo Amaro, até sua foz na Baía de Todos os Santos, em São Francisco do Conde, contaminando moluscos e outros organismos que ai habitam, a



exemplo da *Rhizophora mangle*, prejudicando deste modo a base alimentar dessa população (ANJOS; SANCHEZ; 2001; SANTOS, 2011).

Por ser uma planta rica em compostos fenólicos e taninos hidrolisáveis o uso da *Rhizophora mangle*, apesar de ter outras utilidades, está associado principalmente a retirada da sua casca para extração de tanino que apresenta diversas utilidades, como adstringentes industriais e para tingir e impermeabilizar panelas de barro (PERERA et al, 2001; SOUZA; MAGOSSO, 2002). Porém mesmo não tendo seu uso diretamente ligada a atividades humanas a *R. mangle*, por servir de alimento para muitos animais que posteriormente podem ser consumidos pela comunidade. Dessa forma, acaba tendo um papel de destaque em um cenário de contaminação por metais pesados.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado no manguezal do município de São Francisco do Conde – BA onde está localizada a Refinaria Landoupho Alves – Matarípe (RLAM). Sua implantação trouxe consigo vários impactos econômicos, sociais, culturais, políticos e principalmente ambientais (CARVALHO e ARGÔLO, 2011), a região, sendo que uma das fontes de contaminação do manguezal local é o Rio Subáe, que durante todos os anos de funcionamento da Plubum, empresa que atuou na produção de lingotes de chumbo, no município de Santo Amaro – BA, recebeu uma grande quantidade de metais pesados.

As coletas foram realizadas no ano de 2018 e foram escolhidos três locais do município que apresentam áreas de manguezais, sendo eles: Porto de Brotas, Cais e Dom João. Em cada um desses locais foi escolhido de forma aleatória um ponto identificado como P1 (Porto de Brotas), P2 (Cais) e P3 (Dom João). Depois disso foram escolhidos dois indivíduos de *Rhizophora mangle*, ao acaso, em cada ponto e retirado 60 folhas de cada, resultando 120 folhas por ponto. Também foram coletados 100g de sedimento adjacente as plantas escolhidas através da inserção manual de vasilhame de plástico de tampa rosqueada sobre o substrato. As amostras foram secas em estufas



(Folhas: 70°C por 72h; Sedimento: 60°C por 24h) e levadas para a LEPETRO (Laboratório de Estudos do Petróleo) na UFBA (Universidade Federal da Bahia) para as análises químicas através do método de determinação de metais totais e dissolvidos, por espectrometria de emissão de plasma. Infelizmente por questões de viabilidade as amostras de folhas de cada ponto tiveram que ser agrupadas, resultando em uma amostra de folha e uma amostra de sedimento em cada ponto coletado, impossibilitando análises mais complexa

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos pelas análises do LEPETRO confirmaram a presença de chumbo nos três locais estudados. A concentração de chumbo no P1 foi 1,6 vezes maior do que a encontrada no P2 e 3,7 vezes maior que a concentração do metal encontrado em P3, sendo possível também perceber que a quantidade encontrada na localidade do P2 foi 2,3 vezes maior que a encontrada em P3 (Figura 1). No Brasil, não existe legislação vigente que determine normais de qualidade para a concentração de metais no sedimento, ficando a critério de cada estado estabelecer esse valor. No entanto, não foram encontrados valores de referência determinados para o estado da Bahia.

Valores de referência, proposto por alguns estados, para chumbo no sedimento foram mostrados por Alexandrino (2014) e serão relatados a seguir. Dos três pontos estudados, todos apresentaram valores de concentração para chumbo superiores aos limites propostos pelos estados de São Paulo (19,5 mg/kg) e Minas Gerais (17 mg/kg). Entretanto, apenas P1, no Porto de Brotas, obteve o maior número (100,33 mg/Kg), sendo esse número superior ao determinado pelo CONAMA 409/2009 como valor de prevenção para chumbo no sedimento (72 mg/Kg).

Alguns trabalhos realizados nas mesmas localidades ou locais parecidos, com os analisados nesse estudo foram usados como comparação. Santos et al. (2010) determinou a concentração de alguns metais em pontos espalhados pelo manguezal de São Francisco do Conde. A concentração de chumbo, encontrada pelos autores, na localidade de Dom João se assemelha as



informações atuais. Entretanto, em trabalhos um pouco mais antigos como Garcia et al. (2007), afirma que houve uma redução da concentração do metal no local, o que não corrobora com os dados encontrados na pesquisa atual, os valores demonstrados foram inferiores aos encontrado nesse trabalho, para o manguezal de São Francisco do Conde, possivelmente, pela diferença dos locais de coleta.

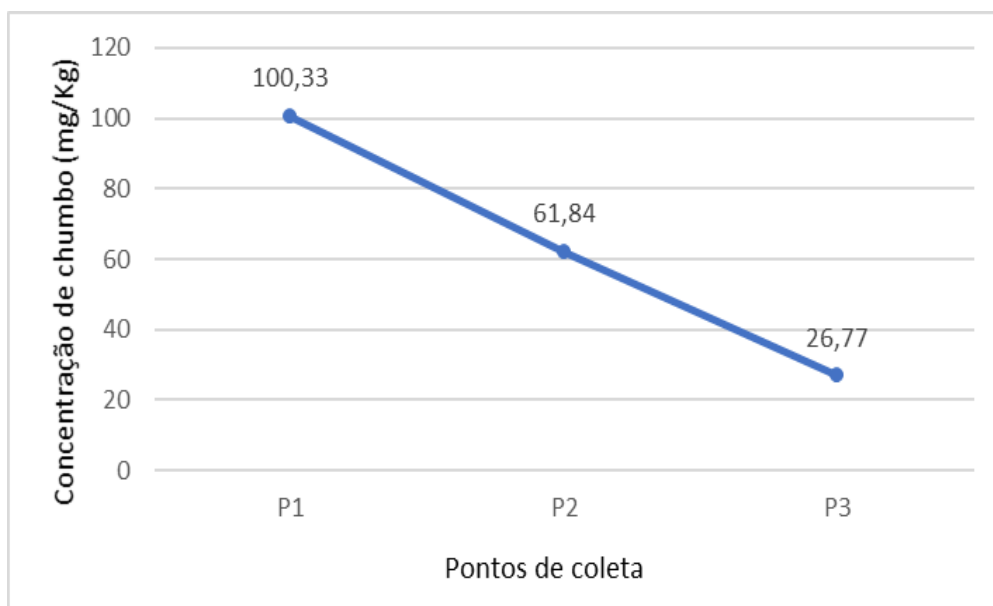


Figura 1: Valores de concentração de chumbo encontrados no sedimento dos pontos P1, P2, P3 no manguezal de São Francisco do Conde – Bahia. Fonte: Cajueiro; Santos, 2020.

A maior concentração de Pb encontrada para sedimento, nesse trabalho, foi no P1, no bairro de Porto de Brotas. Esse valor pode estar relacionado com a proximidade do ponto da desembocadura do Rio Subaé (Figura 2), que passa pelo município de Santo Amaro – Ba e por esse motivo acaba tendo suas águas contaminadas por metais traços, principalmente o chumbo em consequência do passivo ambiental resultante das atividades de mineração que ocorriam na cidade pela Plumbum Mineração e Metalurgia Ltda. e o descarte inadequado dos resíduos. Silva



(2014), pesquisando sedimento ao longo do rio, encontrou os maiores valores de metais traços, incluindo Pb, nos pontos próximos as antigas instalações da fábrica, e relaciona a escória espalhada na região e os efluentes lançados durante os anos de funcionamento da fábrica como principais contribuintes para as elevadas concentrações de metais no rio Subaé. Segundo Rocha et al. (2012) o rio Subaé é a principal fonte de metais traço para a Baía de Todos os Santos (BTS). Como a foz do Rio está localizada no município estudado os resíduos acabam contaminado por consequência o manguezal.

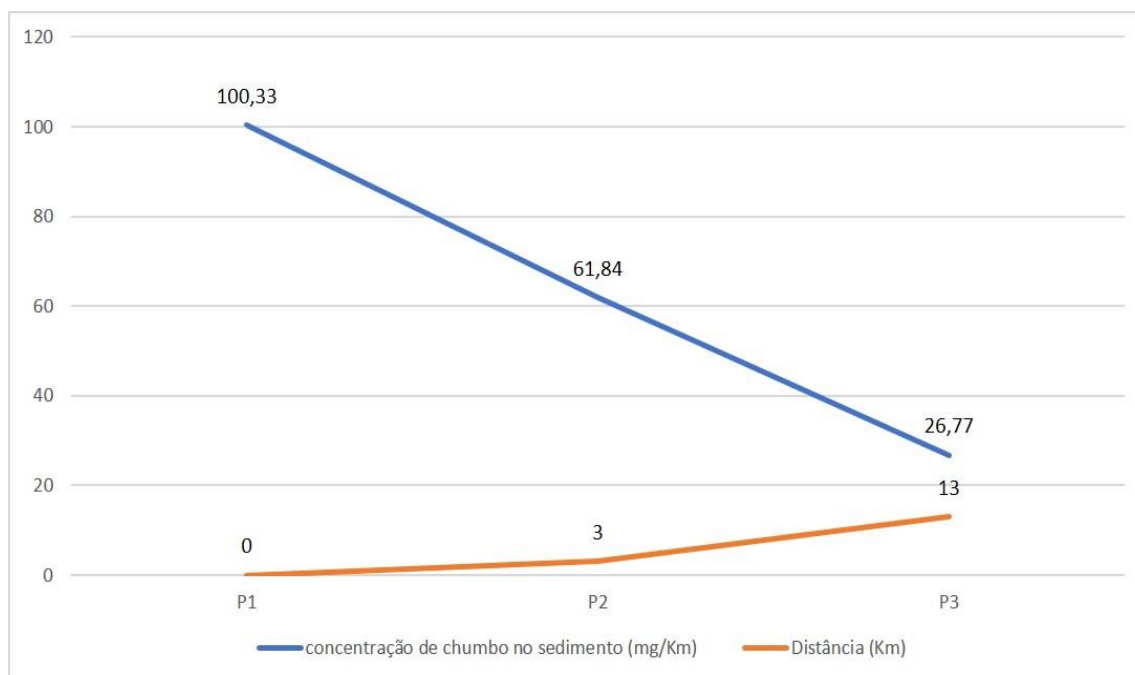


Figura 2: Comparação dos valores de concentração de chumbo encontrados no sedimento com as distâncias do rio Subaé dos pontos P1, P2, P3 no manguezal de São Francisco do Conde – Bahia. Fonte: Cajueiro; Santos, 2020.

Apesar da concentração de Pb no sedimento ter sido constatada, as amostras das folhas, recolhidas nos três pontos, apresentaram valores mínimos, estando abaixo dos limites de detecção do método utilizado pelo LEPETRO ($<0,25$ mg/Kg), mesmo juntando as folhas dos dois indivíduos de cada ponto para análise química, demonstrando assim que não houve deslocamento



de metais para as partes aéreas. Assim é possível levantar a hipótese de que o chumbo não se encontrava biodisponível ou imóvel em sua maior parte, levando a acreditar que a *R. mangle* não absorveu o metal ou absorveu em pequenas partes que ficaram retidas nas raízes não havendo deslocamento para as folhas.

O chumbo é um metal que naturalmente apresenta baixa mobilidade e tende-se a acumular na superfície do solo (SHEPPARD; THIBAUT, 1992), assim diminuindo sua disponibilidade para as plantas. A baixa mobilidade no solo ocorre, pois o Pb tende a formar complexos com os minerais, estando associados principalmente as argilas, mas também a óxidos de manganês, ferro e alumínio e matéria orgânica, sendo esses os mais importantes sorvedores do metal (GUILHERME et al., 2005).

As plantas podem estabelecer mecanismos para inibir os efeitos deletérios dos metais, dentre esses mecanismos, destacasse a produção dos exsudatos radiculares, que podem conter compostos a base de carbono, como, ácidos orgânicos, aminoácidos, açúcares, exoenzimas, e íons livres e ácidos inorgânicos de oxigênio e de água, que podem alterar o pH rizosférico e consequentemente a especiação dos metais (BAIS et al., 2006; RODRIGUES et al., 2016). Além disso a presença dos microrganismos existentes nas raízes e a presença de outros metais no solo, também podem interferir na biodisponibilidade do Pb (FAHR et al, 2013).

A mobilidade dos metais no solo é um estado em mutação, e está associada a diferentes fenômenos físico-químicos, entre eles: adsorção/dessorção e precipitação/dissolução, sendo influenciados diretamente por fatores como pH, tamanho de partículas e capacidade de troca catiônicas do solo, considerando que o Pb se encontra fortemente adsorvido nas partículas de solo (TAVARES, 2013).

Dos minerais presentes no solo, o chumbo apresenta maior afinidade com a argila, sendo esse maior acúmulo nessa fração do solo atribuídos a alta área superficial, a presença de minerais, matéria orgânica e óxidos e Fe (Ferro) e Mn (Magnésio) e sulfetos. Outro fator importante para a mobilidade do chumbo no solo é o pH, que refletem na precipitação e dissolução do metal



(OLIVEIRA, 2017). As variáveis citadas não foram analisadas nesse trabalho, entretanto Conceição et al. (2015) demonstram em seu trabalho, realizado nos manguezais da Bacia do Rio Subaé (nas cidades de Santo Amaro e São Francisco do Conde), a predominância de frações mais finas no solo (Silte e Argila), solo caracterizado como subóxidos e com pH moderadamente ácido a alcalino, variando de 6,3 a 7,0. O valor do pH elevado no solo, principalmente acima de 6,0, favorece o chumbo a precipitar-se com ânions de sulfeto, carbonatos e hidróxido tornando-se indisponível (KABATA-PENDIAS, 2001).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presença de diferentes valores (26,77 mg/Kg a 100,33 mg/ Kg) de chumbo no solo, associado com a não absorção do metal pela *R. mangle* leva a hipótese de que o contaminante não esteja biodisponível no solo, por se encontrar em formar imóveis associados a argilominerais e pelas condições de pH do local.

Entretanto estudos mais profundos são necessários para entender a dinâmica da *R. mangle* com o contaminante, tanto da rizosfera como dos exsudados de raiz, além de estudos geoquímicos que demonstrem as condições físico-químicas nos locais estudados, como também as frações químicas em que os metais se encontravam no solo (solúvel, trocável, orgânicas e residual) e as espécies em solução (cátions livres e ligados a complexantes orgânicos e inorgânicos). De forma a manter um monitoramento da poluição local contribuindo para diminuir o contato da população que vive e extraem recursos do manguezal com esse contaminante.

AGRADECIMENTO

Ao LEPETRO em especial a Sarah Rocha, pela ajuda deles na realização desse trabalho. Ao professor Marcus Peralva por aceitar ser meu mentor. A minha mãe e a Ricardo pelo apoio incansável.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDRINO, R. C. S. **Determinação do valor de prevenção para solos contaminados por chumbo no estado de Minas Gerais.** 2014. 147 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo, áreas de concentração em Recursos Ambientais e Usos da Terra) – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2014.

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:<<https://www.yumpu.com/pt/document/read/12671063/clique-aqui-para-carregar-artigo-do-projeto-purifica-formato-pdf>>. Acesso em:25 de out. 2020.

ANJOS, J. A. S. A dos. **Avaliação da eficiência de uma zona alagadiça (*wetland*) no controle da poluição por metais pesados: O caso Plumbum em Santo Amaro/BA.** 2003, 327f. Tese (Doutorado em Engenharia Mineral) - Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, São Paulo. Disponível em:< <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3134/tde-28042004-094552/publico/tese.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2020.

BAIS, H. P. The role of root exudates in rhizosphere interactions with plants and other organisms. **Annual Review of Plant Biology**, v. 57, p. 233-266, 2006.

CAJUEIRO, V. de S; SANTOS, M. V. P. **Análise da *rhizophora mangle* l. Como bioindicadora e fitorremediadora de chumbo no manguezal de São Francisco do Conde – BA.** In: SANTOS, M. V. P. (Org.) Problemas ambientais da atualidade e seus desafios ao pesquisador brasileiro. Mato Grosso do Sul: Inovar, 2020. p 19-31.



CARVALHO, K, S de A; ARGOLO, T, X. **São Francisco do Conde: Planejamento urbano, tendências e vocações.** In: SIMPÓSIO CIDADES MÉDIAS E PEQUENAS DA BAHIA, 2., 2011, Vitória da Conquista. ANAIS... Vitória da Conquista: UESB, 2011.

CLOUGH, B. Continuing the Journey Amongst Mangroves. In: ISME **Mangrove Educational Book Series No. 1.** International Society for Mangrove Ecosystems (ISME), Okinawa, Japan and International Tropical Timber Organization (ITTO). Yokohama, Japan, 2013.

CONCEIÇÃO, J.N. et al. **Contaminação de solos de manguezais por chumbo antropogênico na Bacia do Subaé, Bahia, Brasil.** In: Congresso Brasileiro de Ciências do Solo. 35., 2015, Natal. Anais... SBCS: Natal, 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Avaliação de Risco à Saúde Humana por Metais Pesados em Santo Amaro da Purificação.** Brasília: Ministério da Saúde, 2003. Disponível em: <
<https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2015/janeiro/06/Avalia----o-de-risco----saude-humana-por-metais-pesados-em-santo-amaro-da-purifica----o-BA.pdf>>. Acesso em: 27 de out. de 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução CONAMA 409/2009** de 04 DE MAIO DE 2009 – In Resoluções 2009. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=602>. Acesso em: 04 de set de 2020.

FAHR, M. et al. **Effect of lead on root growth.** Front Plant Sci., V 4: 175, 2013.

GARCIA, K.S et al. Geoquímica de Sementemos de Manguezal em São Francisco do Conde e Madre de Deus – BA. **Geochimica Brasiliensis.** Brasil. v.21, n. 2, p.167-179, 2007.

GUILHERME, L. R. G. *et al.* Elementos-traço em solos e sistemas aquáticos. **Tópicos ci. solos,** v. 4, p. 345-390, 2005.



KABATA-PENDIAS, A. PENDIAS, H. **Trace elements in soils and plants – 3rd ed.** Boca Raton, Florida: CRC Press. 315p, 2001.

KJERFVE, B.; LACERDA, L.D. **Mangroves of Brazil.** Pp. 245-272. In: L.D. Lacerda (ed.). Conservation and sustainable utilization of mangrove forests in Latin America and Africa Regions. International Society for Mangrove Ecosystems. Technical reports, v.2, ITTO TS-13, v.1, 1993.

OLIVEIRA, S. A. **Comportamento do chumbo em um solo típico de uma área de destruição de município.** 2017. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

PERERA, L.M. S.; RUEDAS, D.; GOMES, B.C. “Gastric antiulcer effect of *Rhizophora mangle* L.,” **Journal of Ethnopharmacology**, v.77, n. 1, p. 1–3, 2001.

da ROCHA, G. O. et al. Contaminação de solos de manguezais por chumbo antropogênico na Baía do Subaé, Bahia, Brasil. **Revista Virtual Química**, v. 4, n. 5, p. 583-610, 2012.

RODRIGUES, A. C. D. et al. Mecanismos de respostas das plantas à poluição por metais pesados: possibilidade de uso de macrófitas para remediação de ambientes aquáticos contaminados. **Revista Virtual Química**, v. 8, n. 1, p. 262-276, 2016. DOI: 10.5935/1984-6835.20160017

SANTOS, J. B et al. Análise estatística multivariada da distribuição de metais em sedimentos superficiais de manguezais na porção norte da Baía de Todos os Santos, Bahia. **Caderno de Geociências**, Brasil, v. 7, n. 2, 2010.

SANTOS, L. F. P. **Avaliação dos teores de cádmio e chumbo em pescado proveniente de São Francisco do Conde, Bahia.** Dissertação (mestrado), Universidade Federal da Bahia, Escola de Nutrição, Salvador, 2011. 75 p.



SILVA, G. S. **Estudo geoquímico de sedimentos fluviais e estuarinos do rio Subaé-BA.** 2014. 86 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Qualidade de Ecossistemas) – Universidade Federal do Recôncavo Baiano, Bahia, 2014.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Manguezal: Ecossistema entre a terra e o mar.** 1a Ed. Caribbean Ecological Research, São Paulo. 64 p. 1995

SHEPPARD, M.I. & THIBAUT, D.H. Desorption and extraction of selected heavy metals from soils. **Soil Science Society of America Journal**, v. 56, p. 415-423, 1992.

SOUZA, K. V. et al. **Passivos socioambientais da minero-metalurgia do chumbo em Santo Amaro (BA), Boquira (BA), Vale da Ribeira (PR) e Mauá da Serra (PR).** In: Projeto Santo Amaro - Bahia, aglutinando ideias, construindo soluções: diagnósticos. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2012. Cap.5, p.19-41.

SOUZA, V.C.; MAGOSSO, R. Goodeniaceae In: WANDERLEY, M.G.L., SHEPHERD, G.J., GIULIETTI, A.M., MELHEM, T.S., BIT-TRICH, V., KAMEYAMA, C. (eds.). **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo.** São Paulo: Inst. de Botânica, v. 2, p. 121-122, 2002.

TAVARES, S. R. De L. **Remediação de solos e águas contaminadas por metais pesados Conceitos: Básicos & Fundamentos.** 1 ed. Joinville: Clube de Autores, 2013.