



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOQUÍMICA: PETRÓLEO E MEIO
AMBIENTE – POSPETRO**

FABIANY DA CONCEIÇÃO CRUZ

**BACKGROUND AMBIENTAL DE ELEMENTOS TRAÇO EM SUBSTRATO DE
MANGUEZAIS DOS MUNICÍPIOS DE UNA, CANAVIEIRAS E BELMONTE, BAHIA**

Salvador

2013

FABIANY DA CONCEICAO CRUZ

**BACKGROUND AMBIENTAL DE ELEMENTOS TRAÇO EM SUBSTRATO DE
MANGUEZAIS DOS MUNICÍPIOS DE UNA, CANAVIEIRAS E BELMONTE, BAHIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Geoquímica: Petróleo e Meio Ambiente – POSPETRO do Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Geoquímica do Petróleo e Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Fernando de Souza Queiroz

Salvador

2013

Ficha catalográfica elaborada pela
Biblioteca do Instituto de Geociências - UFBA

C955 Cruz, Fabiany da Conceição.
Background Ambiental De Elementos Traço Em Substrato De
Manguezais Dos Municípios De Una, Canaveiras E Belmonte,
Bahia, 2013.
00 f. :77 Color.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Fernando de Souza Queiroz.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia,
Instituto de Geociências, 2015.

1. Geoquímica ambiental – Sul Baiano (BA : Mesorregião). 2.
Estuários. 3. Metais pesados. I. Queiroz, Antônio Fernando de
Souza. II. Universidade Federal da Bahia. Instituto de Geociências.
III. Título.

CDU: 550.4:502(813.8)

A

Deus Pai Todo Poderoso, por ter me dado o sopro da vida;
meu esposo Humberto, companheiro dos projetos;
Miguel, Júlia e Fábio por me ensinarem a ser o que sou;
A todos os familiares, e de modo especial à Tia Beatriz, pelo incentivo.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Professor Antônio Fernando de Sousa Queiroz pelos ensinamentos e amparo em todas as fases desse trabalho.

À CAPES pelo fornecimento da Bolsa de Mestrado durante a minha permanência no POSPETRO.

À turma de mestrandos de 2012.1 pelo compartilhamento das angústias e boas risadas.

Ao apoio do Laboratório de Estudos em Meio Ambiente - LEMA / UCSal através do professor Juan Carlos Rossi Alva por ceder espaço e equipamentos para apoio no trabalho.

Ao Núcleo de Estudos Ambientais (NEA) pelo acolhimento e treinamento.

À equipe do Laboratório de Estudos do Petróleo (LEPETRO) pelo auxílio em diversas etapas do desenvolvimento do trabalho.

Aos professores do POSPETRO e ao Prof. Sérgio Ferreira pelos ensinamentos que contribuíram para meu crescimento profissional.

À professora Olívia Maria Cordeiro de Oliveira pela leitura minuciosa deste trabalho, ensinamentos e apoio.

Ao Projeto “Diagnóstico Geoambiental de Zonas de Manguezal e Desenvolvimento de Processos Tecnológicos Aplicáveis a Remediação dessas Zonas: Subsídios a um Programa de Prevenção de Impactos em Áreas com Potencial para Atividades Petrolíferas na Região Litoral Sul do Estado da Bahia (PETROTECMANGUE-BASUL), que propiciou os recursos financeiros necessários para o desenvolvimento deste trabalho.

RESUMO

Valores de Fundo e/ou *background* é um valor representativo dos teores naturais (pré-antrópicos), apresentados em uma faixa ou espectro, de espécies químicas presentes em um meio natural excluído amostras minerais. A determinação desses valores tem sido premissa para trabalhos diversos de avaliação ambiental para ecossistemas sob pouca influência antrópica ou já atingidos por alguma contaminação, a fim de ser auxílio para atribuir-se adequadamente e quantitativamente a origem do poluente ao emissor. A área sob estudo é representada por parte do manguezal situado nos baixos cursos dos rios Pardo, Jequitinhonha e Una, sul da Bahia. A amostragem nestas localidades foi realizada com coleta de substrato lamoso superficial (0 a 5 cm) em duas campanhas. Os teores de fósforo assimilável, matéria orgânica, nitrogênio total e frações granulométricas foram quantificados, além do conteúdo de metais Pb, Zn, Cr, Cu, Cd, Mn, Fe, Ba, V, Ni que foram utilizados para determinação dos valores referenciais. O valores de fundo para os metais traço na região foram determinados segundo as metodologias Curva de frequência acumulativa relativa, teste 4σ -outlier e representação boxplot e comparados a dados referenciais internacionais. Tendo como resultados teores de matéria orgânica (2,94% - 4,53%), fósforo ($72,99\text{mg L}^{-1}$ - $350,82\text{mg L}^{-1}$), nitrogênio (0,16% - 0,24%) e valores de fundo de metais Pb ($29,27\text{ mg kg}^{-1}$ - $45,83\text{ mg kg}^{-1}$), Zn ($29,08\text{ mg kg}^{-1}$ - $46,42\text{ mg kg}^{-1}$), Cr ($22,48\text{ mg kg}^{-1}$ - $32,61\text{ mg kg}^{-1}$), Cu ($8,00\text{ mg kg}^{-1}$ - $12,75\text{ mg kg}^{-1}$), Cd ($0,39\text{ mg kg}^{-1}$ - $0,89\text{ mg kg}^{-1}$), Mn ($68,38\text{ mg kg}^{-1}$ - $196,50\text{ mg kg}^{-1}$), Fe ($10858,38\text{ mg kg}^{-1}$ - $20301,56\text{ mg kg}^{-1}$), Ba ($29,27\text{ mg kg}^{-1}$ - $45,53\text{ mg kg}^{-1}$), V ($22,65\text{ mg kg}^{-1}$ - $42,84\text{ mg kg}^{-1}$) Ni ($8,47\text{ mg kg}^{-1}$ - $11,70\text{ mg kg}^{-1}$). Os dados encontrados ilustram as características do ambiente estuarino local, reforçando a necessidade de desenvolvimento de estudos como esse para os locais susceptíveis a poluição e estudo mais detalhado do comportamento biogeoquímico. O estudo foi realizado no âmbito do projeto PETROTECMANGUE-BASUL.

Palavras Chaves: valores de fundo, elementos metálicos, Una, Pardo, Jequitinhonha.

ABSTRACT

Background value is a representative value of natural levels (pre-anthropogenic), presented in a range or spectrum of chemical species present in a natural environment excluded mineral samples. The determination of these values has been the premise for many environmental assessment work for ecosystems in low anthropogenic influence or already achieved by some contamination in order to be aid to be assigned properly and quantitatively the source of the pollutant to the sender. The area under study is represented by the mangrove located in the lower courses of the rivers Pardo, Jequitinhonha and Una in southern Bahia. Sampling at these locations was carried out with surface muddy substrate collection (0-5 cm) in two campaigns. The assimilable phosphorus, organic matter, total nitrogen and granulometric fractions were quantified, in addition to the contents of Pb, Zn, Cu, Cd, Mn, Fe, Ba, V, Ni, were used to determine reference values. The background values for trace metals in the region were determined according to the methodologies frequency curve cumulative relative 4σ -outlier test and boxplot representation and compared to international reference data. With the results organic matter content (2.94% - 4.53%), phosphorus (72.99 mg kg⁻¹- 350.82 mg kg⁻¹), nitrogen (0.16% - 0.24%) and background values of Pb (29.27 mg kg⁻¹- 45.83 mg kg⁻¹), Zn (29.08 mg kg⁻¹- 46.42 mg kg⁻¹), Cr (22.48 mg kg⁻¹- 32.61 mg kg⁻¹), Cu (8.00 mg kg⁻¹- 12.75 mg kg⁻¹), Cd (0.39 mg kg⁻¹- 0.89 mg kg⁻¹), Mn (68.38 mg kg⁻¹- 196.50 mg kg⁻¹), Fe (10858.38 mg kg⁻¹- 20301.56 mg kg⁻¹), Ba (29.27 mg kg⁻¹- 45.53 mg kg⁻¹), V (22.65 mg kg⁻¹- 42.84 mg kg⁻¹) Ni (8.47 mg kg⁻¹- 11.70 mg kg⁻¹). The findings illustrate the characteristics of the local estuarine environment, reinforcing the need to develop such studies to local susceptible to pollution and more detailed study of the biogeochemical behavior. The study was conducted under the PETROTECMANGUE-BASUL project.

Key Words: Background values, metals, Una, Pardo, Jequitinhonha.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA	Análise de Variância
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
BEL	Belmonte
BP	<i>Boxplot</i>
C	Carbono
CAN	Canavieiras
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CN	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COT	Carbono Orgânico Total
CPRM	Serviço Geológico do Brasil
CFRA	Curva de Frequência Relativa Acumulada
CV	Coefficiente de variação
Eh	Potencial de oxidação e redução
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias
ICP OES	<i>Inductively coupled plasma atomic emission spectroscopy</i> - espectrometria de emissão atômica por plasma indutivamente acoplado
IGEO	Instituto de Geociências
IUPAC	<i>International Union of Pure and Applied Chemistry</i> - União Internacional de Química Pura e Aplicada
JQ	Jequitinhona
LEPETRO	Laboratório de Estudos do Petróleo
M.O.	Matéria Orgânica
Med.	Mediana
Mín.	Mínimo
min.	minuto
N	Nitrogênio
NEA	Núcleo de Estudos Ambientais

nm	nanômetro
NOOA	<i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i> – Administração Nacional do Oceano e Atmosfera
OMEE	<i>Ministry of the Environment of the Province of Ontario</i> - Ministério do Meio Ambiente e Energia de Ontario
P	Fósforo
P.A.	Para Análise
pH	Potencial Hidogeniônico
POSPETRO	Programa de Pós-Graduação em Geoquímica: Petróleo e Meio Ambiente da Universidade Federal a Bahia.
S	Enxofre
SEMA	Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Estado na Bahia
UFBa	Universidade Federal da Bahia
UN	Uma
VROM	<i>Ministry of Agriculture, Sea, Environment and Spatial Plan</i> Ministério da Habitação, Ordenamento do Território e do Ambiente.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	09
2	MATERIAIS E MÉTODOS	16
2.1	TRABALHO EM ESCRITÓRIO – FASE INICIAL.....	16
2.2	TRABALHO EM CAMPO.....	16
2.3	TRABALHO EM LABORATÓRIO.....	20
2.3.1	Fósforo Assimilável	21
2.3.2	Matéria Orgânica-COT	22
2.3.3	Nitrogênio Total	22
2.3.4	Análise Granulométrica	23
2.3.5	Análise de Metais	24
2.4	TRABALHO EM ESCRITÓRIO-FASE FINAL.....	24
3	VALORES DE FUNDO DE ELEMENTOS METÁLICOS EM SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DE TRÊS ESTUÁRIOS AO LONGO COSTA DO SUL DA BAHIA (BRASIL)	26
3.1	RESUMO.....	26
3.2	INTRODUÇÃO.....	27
3.3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	28
3.3.1	Coleta de Amostras.....	28
3.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
3.5	CONCLUSÃO.....	40
4	CONCLUSÃO	41
	REFERENCIAS	42
	APÊNDICES	50

1 INTRODUÇÃO

As mudanças causadas ao ambiente, de origem antropogênica, como poluição e a progressiva extração por aumento de demanda, têm sido alvo de intensos estudos nos últimos anos devido aos fenômenos de mudanças climáticas e escassez de recursos naturais. Nesse contexto a avaliação de ambientes e a definição do nível de comprometimento ambiental são aspectos importantes a ser conhecidos (ROMEIRO,1999; BORSOI; TORRES, 2011; QIN et al., 2014).

O controle e monitoramento dessas mudanças passam por uma avaliação sistêmica de todos os fatores envolvidos em um dado ecossistema e demandam a determinação de valores orientadores.

A determinação desses valores é objeto de discussão mundial (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 2001; MINISTRY OF WATER LAND AND AIR PROTECTION, 2005; UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY-USEPA, 2002), a fim de se ter referência para permitir considerar um local atingido ou não, por poluição. Esses valores base são necessários para deflagrar com segurança atividades de descontaminação, tendo claro o objetivo no processo para mitigação dos possíveis prejuízos. Neste sentido, a determinação de valores de fundo nos sistemas bióticos e abióticos torna-se fundamental.

Ao termo valores de fundo existe associada uma série de definições (Quadro 1.1). Essas são resultados do englobamento de diversas necessidades apresentadas pelas disciplinas envolvidas nos estudos ambientais e da Terra (RODRIGUES; NALINI JUNIOR, 2009).

Também nomeado de fundo geoquímico, adota-se nesse trabalho o *termo* valores de fundo sendo esse definido como os teores naturais apresentados em uma faixa ou espectro de espécies químicas presentes em um meio natural, excluído amostras minerais. Usa-se esse termo para regiões próximas a áreas sob atividades antrópicas, mas até então consideradas não contaminadas (REIMANN; GARRETT, 2005).

Quadro 1.1 - Variações do termo valores de fundo

Termos	Definição	Referência
<i>Background</i> Geoquímico	Abundância normal de um elemento no material da Terra	HAWKES; WEBB, 1962
<i>Background</i> natural	Níveis de espécies químicas que refletem um processo natural não influenciado por atividades humanas	REIMANN ; GARRETT, 2005
Valores de referência	Níveis atuais de determinada espécie química	REIMANN; GARRETT, 2005
<i>Background</i> local	Concentração de uma substância no solo, determinado dentro de uma área geográfica e que pode ser atribuído à fontes pontuais naturais e não pontuais antropogênicas	MINISTRY OF WATER LAND AND AIR PROTECTI ON, 2005
<i>Background</i>	Valores que não refletem impacto antropogênico	BUCHMAN, 2008

Elaboração: Própria autora.

As concentrações apresentadas como valores de fundo são dependentes da característica litográfica, climatológicas e pedológicas da região e, portanto, excluem as influências antropogênicas (MATSCHULLAT et al., 2000). São intensamente determinadas pela natureza do material inorgânico resultante do intemperismo físico e químico da região sob estudo (GOMES et al., 2010).

As determinações desses valores significam a representação de dados de referência, a fim de propiciar maior eficiência de programas de monitoramento, bem como a identificação e o controle de contaminações agudas e/ou recentes.

Com objetivo de determinar corretamente valores referenciais em solos ou sedimentos, uma rigorosa amostragem, quantificação e controle de dados são necessários, com investigações que devem considerar uma série de variáveis como: ocorrência dos elementos em minerais, migração geoquímica,

gradientes e fluxos geoquímicos, barreiras geoquímicas, entre outras (MATSCHULLAT et al., 2000). Destaca-se a necessidade de selecionar um sítio de amostragem com mínima ação antrópica (HORCKMANS et al., 2005) obtendo-se valores guia (DIEZ et al., 2009).

Diversos procedimentos amostrais para determinação de valores de fundo locais diretamente (ou o chamado método geoquímico) (RODRIGUES; NALINI JUNIOR, 2009), têm sido recomendados por instituições governamentais dentre esses: o Ministério de Proteção das Águas, Terra e Ar da província canadense British Columbia (MINISTRY OF WATER LAND AND AIR PROTECTION, 2005; SANEI; GOODARZI., 2007) e o *Flemish Institute for Technological Development* (HORCKMANS et al., 2005), além de se considerar também alguns trabalhos difundidos no âmbito acadêmico (MATSCHULLAT et al., 2000; PREDA; COX, 2002; MOREIRA; BOAVENTURA, 2003; HORCKMANS et al., 2005; REIMANN; GARREN, 2005; PRAVEENA, 2008).

A metodologia direta tem significativa exigência quanto a caracterização da região pesquisada a partir de análises como pH, carbono (C), enxofre (S) e isótopos, de forma permitir o agrupamento de localidades, além de requisitar uma quantidade grande de amostras. O objetivo com essa prática é garantir que a região amostral definida seja homogênea e representativa (MATSCHULLAT et al., 2000; PREDA; COX, 2002). Esses dados recebem influências de critérios subjetivos e requerem um conhecimento significativo da área. Para esse método, valores são determinados utilizando médias ou medianas dos valores amostrais obtidos.

O outro método aplicado na determinação de valores de fundo é o chamado método indireto ou estatístico. Esse configura-se por ser essencialmente um método de reprodutibilidade dos dados (RODRIGUES; NALINI JUNIOR., 2009), em que se destaca o interesse de identificar matematicamente valores anômalos (*outliers*) (REIMANN; GARREN, 2005), que devem ser eliminados.

Essa metodologia baseia-se na estatística multivariada não paramétrica como o método de Lepeltier, curva de frequência acumulativa, range normal de amostra, técnica de regressão, análise de modo, teste de 4σ -outlier, técnica do

2σ -iterativo, cálculo de distribuição de função, representações boxplot, entre outros (MATSCHULLAT et al., 2000; RODRIGUES; NALINI JUNIOR., 2009).

O destacável da metodologia indireta é que a mesma é capaz de discriminar padrões elementais sob ambientes já influenciados pela ação antrópica e estimar níveis pré-antrópicos ou pré-indústrias (REIMANN; GARRENT, 2005).

No presente trabalho determinou-se os valores de fundo segundo os métodos curva de frequência acumulativa relativa, teste 4σ -*outlier*, e representação *boxplot*, métodos resumidos no Quadro 1.2, conforme os seguintes autores.

Quadro 1.2 - Métodos indiretos aplicados na determinação estatística de valores de fundo

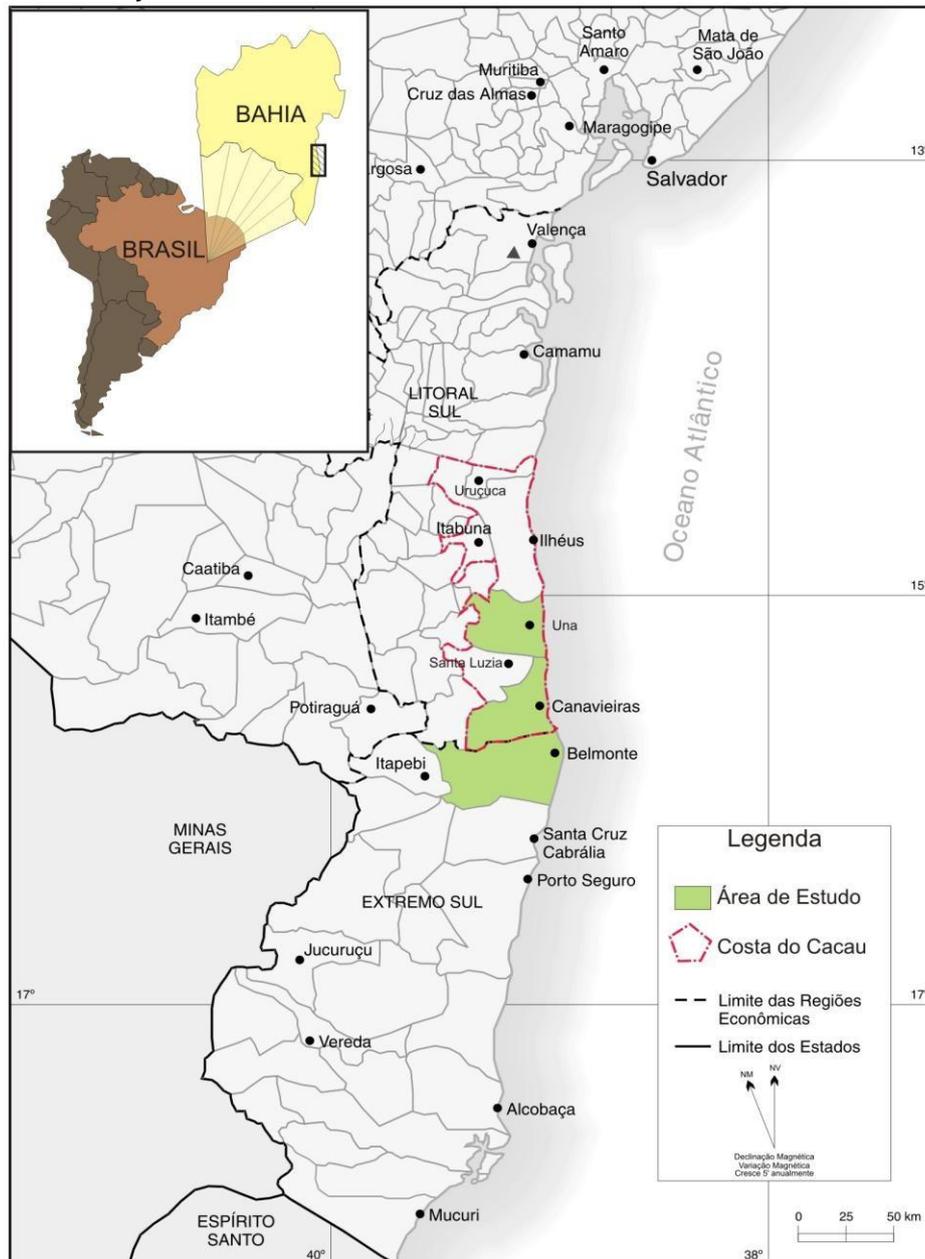
Método	Cálculo	Referências
Curva de frequência relativa acumulada	Curvas dos elementos individuais são realizadas para exibir a frequência relativa acumulada linearmente, sendo através do gráfico caracterizado o <i>background</i> , valores antropogenicamente não influenciados e os valores influenciados.	MATSCHULLAT et al., 2000
Teste de 4σ - <i>outlier</i>	O teste de discrepância 4σ é aplicado a valores anômalos sendo os valores restante representativos da faixa de <i>background</i> .	MATSCHULLAT et al., 2000
Representações <i>boxplot</i>	Tendo como base a frequência acumulativa de um determinado elemento são identificados valores correspondentes a quartis (25%, 50% e 75%). Então, os valores anômalos são determinados por valores extremos ou 1,5 vezes os valores superior e inferiores aos valores das amplitudes interquartis.	RODRIGUES; NALINI JUNIOR, 2009

Elaboração: Própria autora.

A área de estudo deste trabalho compreende o trecho costeiro que pertence a denominada Costa do Cacau composta por zonas litorâneas dos municípios de Una, Canavieiras e Belmonte, dos quais 15,5 mil hectares são de manguezais, rios e barras (AGUIAR et al., 2011) (Figura 1). Encontra-se limitada ao norte pelo

município de Ilhéus e, ao sul, pela desembocadura do rio Jequitinhonha, em Belmonte. Hidrograficamente a região é influenciada pelos rios Una, Pardo e Jequitinhonha, pertencentes geograficamente aos municípios de Una, Canavieiras e Belmonte, respectivamente.

Figura 1.1- Localização da área de estudo



Elaboração: Adriano, 2012.

Caraterísticas peculiares: (1) espécies vegetais lenhosas típicas; (2) sedimentos predominantemente lodosos (VIDAL- TORRADO, P et al., 2005) com processo de diluição da água doce com a água salgada, que fornece condições

propícias para alimentação, proteção e reprodução de muitas espécies animais (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995).

A citada localidade está em latente expansão e atividades econômicas como a carcinicultura, principalmente para exportação, e investimentos na área de turismo (NASCIMENTO; DOMINGUEZ, 2009).

Atualmente, também a região tem atraído grandes investimentos do setor petrolífero. A região está adjacente a chamada bacia do Jequitinhonha, com área de aproximadamente 10.000 km², sobre a fase de testes exploratórios de 2 blocos: a) o BM-J-2 (com área de 742 km² correspondente à água rasa); b) o BM-J-3 (com área de 1.855 km² em água profunda) (CLACK, 2002). Esse último bloco está sendo denominado de “pré-sal bahiano” (SIRQUEIRA et al., 2012). Estudos de interpretação sísmica e geoquímicos da fase exploratória, além da possibilidade de produção futura, propiciam a estas áreas adjacentes a campos petrolíferos, elevado risco de contaminação ambiental por hidrocarbonetos e metais (SCHOENINGER, C., 2003).

As atividades de exploração e produção de óleo e gás, bem como a carcinicultura, turismo e expansão imobiliária podem trazer significativos impactos sob o ambiente costeiro. A realização dessas atividades podem causar poluição por diversos compostos nos ambientes aquáticos circunvizinhos.

Teores significativos de elementos metálicos são adicionados ao ecossistemas por diversas atividades humanas, tais quais: emissão de efluentes domésticos, resíduos agrícolas e descarte de produtos comerciais (GUILHERME et al., 2005).

Alguns elementos metálicos são considerados essenciais biologicamente, mas outros não. Parcela significativa desses apresentam toxicidade de moderada a alta para plantas e animais (MCBRIDE, 1994). Esses podem afetar tanto o ciclo geoquímico quanto a qualidade ambiental e precisam ser analisados nos diversos compartimentos ambientais (GUILHERME et al., 2005).

Dentre os compartimentos ambientais, os solos possuem papel de destaque quando comparado a outros elementos da biosfera. Esse pode atuar como acumulador e também tampão natural que controla o fluxo de espécies químicas para a hidrosfera e biota (GUILHERME et al., 2005).

Diversos fatores e procedimentos envolvendo a qualidade dos solos tem sido objeto de estudo: poluição (LOPES, M.I.M.S, 2001; SANTOS , 2002; Bai et al., 2011), remediação (BRAGATO, M, 2006; MOREIRA et al, 2011) e transporte para outros compartimentos (MACHADO et al., 2002; SIDENKO N.V et al., 2007; REITERMAJER, 2011). Essas pesquisas exigem o conhecimento de aspectos primários do solo em estudo.

Um dos fatores prévios que precisam ser identificados para a adequada avaliação da contaminação do solo é o valor de fundo de contaminantes do compartimento. Esse propicia o diferenciamento quanto à origem natural e por ação antrópica dos poluentes. Então, pesquisas e estudos se tornam de fundamental importância para auxiliar um gerenciamento ambiental local.

Os valores de fundo são consequência de aspectos naturais de intemperismo de rochas e lixiviação no perfil do solo (GUILHERME et al., 2005). Esses dados para serem considerados referenciais devem ser obtidos a partir de amostras coletas em regiões controle, o mais longe possível de atividades antrópicas e estabelecendo critérios, na definição do processo de determinação, de eliminação dos valores anômalos.

Observado que não há estudos sobre concentração de elementos metálicos em sedimentos de manguezal para as localidades em questão, o presente trabalho objetiva fornecer subsídios para auxiliar o monitoramento e a gestão adequada para esta região.

O objetivo geral da pesquisa foi **determinar o valor de fundo de elementos metálicos em amostras de sedimentos superficiais dos baixos cursos dos rios Una, Pardo e Jequitinhonha aplicando três métodos estatísticos diferentes.**

Como objetivo específico visou-se a determinar (1) os valores de fundo dos elementos químicos (Pb, Zn, Cr, Cu, Cd, Mn, Fe, Al, Ba, V, Ni) no sedimento lamoso superficial, (2) a relação dos elementos traço com os parâmetros físico-químicos (pH, Eh, salinidade, temperatura), o teor de matéria orgânica, nitrogênio e fósforo associados ao sedimento, e (3) a granulometria dos sedimentos, a fim de identificar o comportamento biogeoquímico dos metais no substrato.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Os objetivos definidos foram alcançados realizando-se as atividades conforme um conjunto de etapas descritas abaixo:

.

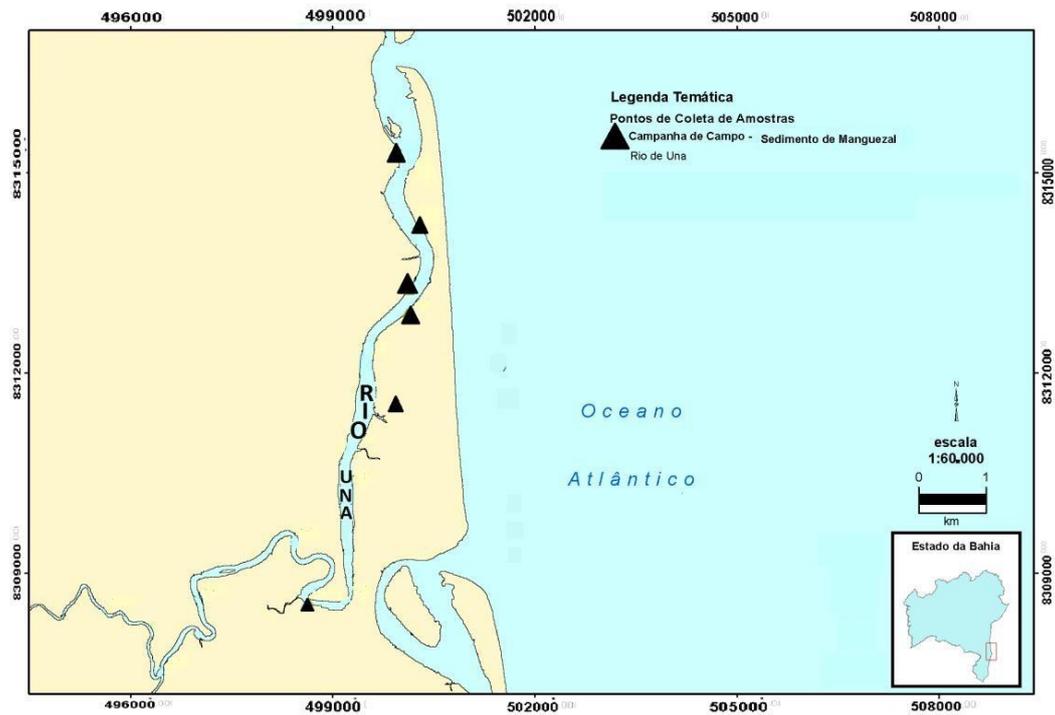
2.1 TRABALHO EM ESCRITÓRIO – FASE INICIAL

Foi feita a revisão bibliográfica de trabalhos publicados na literatura sobre a região em estudo, quanto a aspectos gerais e fisiográficos, climatologia, hidrografia, geologia e uso e ocupação do solo, bem como protocolos experimentais e valores referências de elementos traço em substrato de manguezal.

2.2 TRABALHO EM CAMPO

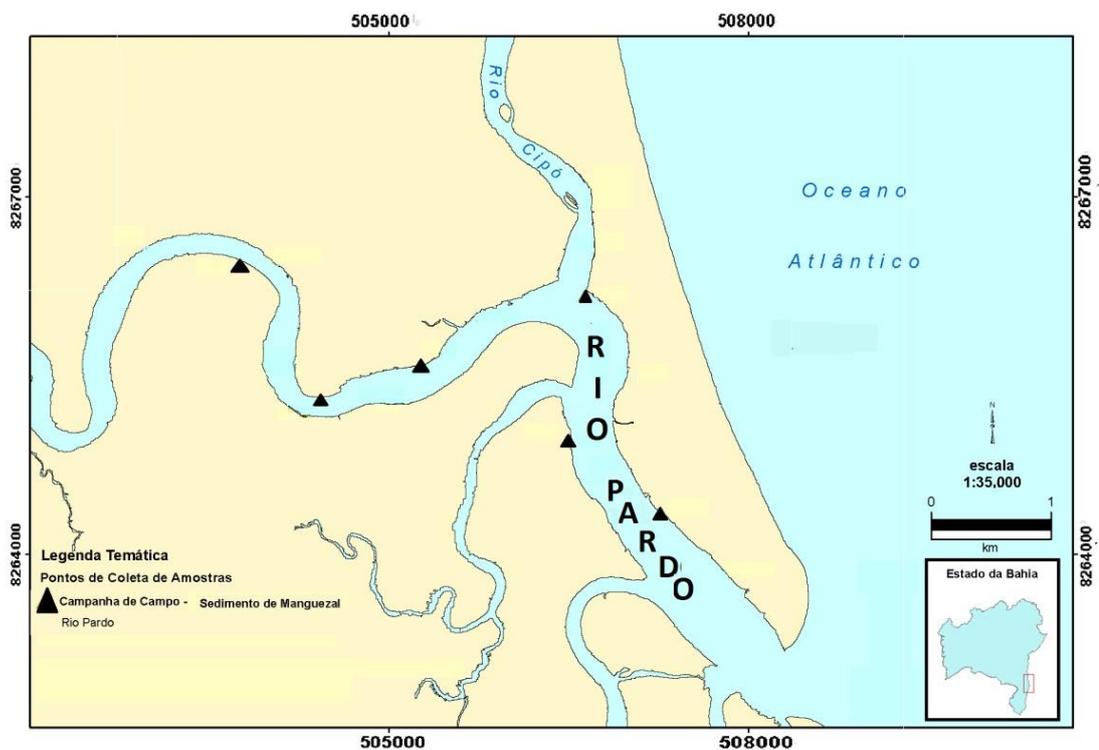
O substrato lamoso superficial foi coletado nos manguezais do município de Una (Figura 2), Canavieiras (Figura 3) e Belmonte (Figura 4). Foram amostrados em número de 6 pontos. As coordenadas geográfica desses pontos são apresentadas no Apêndice A, por município, 18 amostras por campanha (novembro/2011 e abril/2012), totalizando 36 amostras de trabalho.

Figura 2.1- Situação e localização dos pontos de coleta de amostras de sedimento no município de Una



Elaboração: Adriano, 2012.

Figura 2.2 - Situação e localização dos pontos de coleta de amostras de sedimento no município de Canavieiras



Elaboração: Adriano, 2012

Figura 2.3 - Situação e localização dos pontos de coleta de amostras de sedimento no município de Belmonte



Elaboração: Adriano, 2012

O procedimento amostral foi realizado conforme segue:

1. No substrato lamoso superficial (0 – 5cm) (Figura 5(b)), se procedeu a coleta de uma amostra composta de 5 porções, a qual foi disposta em bandeja plástica (Figura 5(c)) com auxílio de uma espátula plástica, previamente descontaminada em HCl 10% por 24h, e enxágüe em água deionizada;
2. Homogeneização das alíquotas e acondicionamento em fracos de vidro de 100 mL etiquetados e identificados, postos em seguida sob refrigeração até o início dos procedimentos de laboratório.
3. Os dados *in situ* de pH, salinidade, Eh e temperatura foram obtidos com sonda multiparamétrica da marca Horiba pH/COND METER, modelo D-54, em água intersticial, adjacente ao local de amostragem de sedimento

Figura 2.4 - Fotos de campo relacionadas com o manguezal de Una - baixo curso do rio Jequitinhonha: (a) vista parcial da vegetação do manguezal, (b) visão do sedimento superficial e (c) imagem ilustrativa do momento de coleta



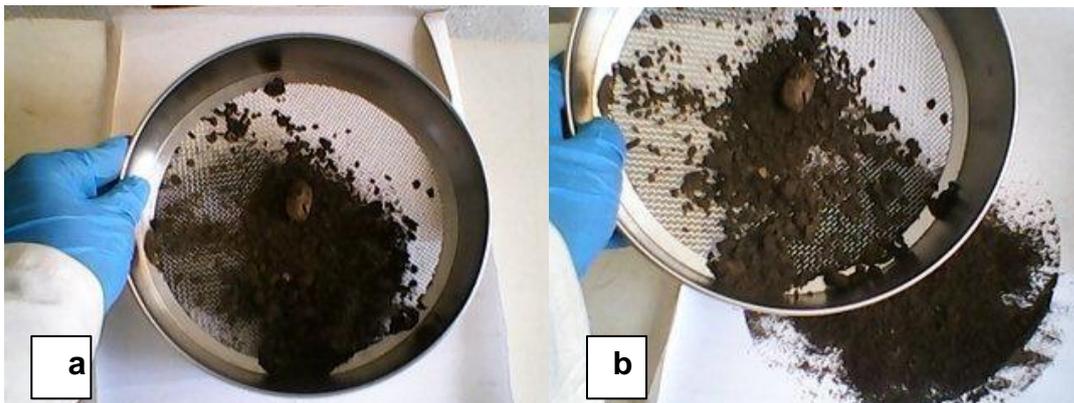
Fotos: Própria autora.

2.3 TRABALHO EM LABORATÓRIO

As amostras foram conduzidas ao Laboratório de Estudos do Petróleo (LEPETRO) do NEA/IGEO/UFBA e imediatamente foram congeladas para evitar a degradação de espécies químicas, e posteriormente liofilizadas com a finalidade da eliminação de água na amostra.

Em seguida esse material passou por um pré tratamento que consistiu no peneiramento e catação de objetos estranhos na amostra de sedimento, com peneira de aço inox de 2 *mesh* (Figura 6), sendo logo após acondicionadas em sacos plásticos. Fluxograma geral do processo em Apêndice B.

Figura 2.5 - Exemplo de uma fase do procedimento de peneiramento da amostra de substrato de manguezal das regiões de Una, Canavieiras e Belmonte, após liofilização (a) inserção da amostra na peneira e (b) separação de impurezas grosseiras.



Fotos: Própria autora.

Foi analisado fósforo assimilável, matéria orgânica e nitrogênio total, o primeiro segundo os métodos de American Public Health Association (1998), e os dois últimos de acordo com EMBRAPA (2009). Para o controle de qualidade das análises foram realizadas duplicatas (20% do total das amostras) e triplicatas (10% do total das amostras), além do branco.

2.3.1 Fósforo Assimilável

A extração do P assimilável foi realizada com 0,4 g de amostra em 10 mL de ácido clorídrico 1 mol L^{-1} numa mesa agitadora por 16h. Em seguida, transferiu-se para um tubo de ensaio e centrifugou-se a 3000 RPM por 1,5 min. Retirou-se, então, uma alíquota de 1 mL do sobrenadante (Figura 7), colocou-se em um béquer de 50 mL e adicionou-se 0,5 mL de solução ácida de molibdato + tartarato, 10 mL de água deionizada e 0,2 mL de ácido ascórbico

$0,1 \text{ g mL}^{-1}$. Agitou-se e aguardou-se por 10 min para que houvesse a formação do complexo de cor azul. A leitura foi realizada no espectrofotômetro modelo VARIAN Cary 50 Probe em comprimento de onda de 880nm.

Figura 2.6- Foto da etapa de retirada de alíquota de amostras para análise de fosforo assimilável



Fotos: Própria autora.

2.3.2 Matéria Orgânica-COT

O procedimento analítico consistiu em colocar 0,5g de amostra em um erlenmeyer de 500 mL (Figura 8) e, em seguida, adicionar-se 10mL da solução de $K_2Cr_2O_7$ $1,0 \text{ mol L}^{-1}$ e 20 mL da mistura de ácido sulfúrico com sulfato de prata ($H_2SO_4 - Ag_2SO_4$). O erlenmeyer foi mantido em agitação, aguardando-se 30 minutos para que a reação ocorresse completamente. Posteriormente, adicionou-se 200mL de água deionizada, 10 mL de ácido fosfórico (H_3PO_4) 85% e aproximadamente 0,2g de fluoreto de sódio (NaF). Por fim, a solução foi titulada com sulfato de ferro ($FeSO_4$) a 25 mol L^{-1} até o aparecimento de um verde brilhante. Os volumes de titulante consumidos a cada titulação foram então utilizados para o cálculo do percentual de matéria orgânica segundo a relação: $\%C=10 (1 - T/S)F$, sendo T o volume gasto de sulfato ferroso amoniacal, S o volume gasto do titulante na titulação da prova em branco e F é um fator de correção que advém da relação $F=(1,0 N)(12/4000)(1,72)(100)/$ massa da amostra.

Figura 2.7 - Foto representativa da etapa de preparo do erlenmeyer com amostras para a titulação do conteúdo de matéria orgânica



Fotos: Própria autora.

2.3.3 Nitrogênio Total

O método de análise de N total foi compreendido por duas etapas: (1) conversão do N-orgânico no íon amônio ($N-NH_4$) através de uma mistura digestora (sulfato de potássio + selenito de sódio + sulfato de cobre) e (2) determinação íon amônio após destilação com uma base.

O procedimento consistiu na pesagem de 0,7 g da amostra em tubo de Kjeldhal, acrescida de 1,0 g de mistura digestora e 3 mL de ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado. A este sistema procedeu-se o aquecimento em bloco digestor por 4h a 350 °C.

A destilação por arraste a vapor foi realizada por 5 min. no destilador

Kjeldahl TECNAL, TE 036/1 com prévia adição gradual de 15 mL de solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 40%*m/v* e 10mL de água deionizada (Figura 9). Um erlernmeyer foi posto na extremidade livre do destilador, preenchido previamente por 40 mL de uma solução de ácido bórico 4% corada com indicador misto (verde de bromocresol + vermelho de metila).

Por fim, titulou-se o destilado com solução de ácido sulfúrico 0,01 mol L⁻¹. A concentração de nitrogênio em percentagem foi calculada da relação $\%N = (C \times 14(Va - Vb) / M \times 10)$ em que C é a concentração do H_2SO_4 padronizado; Va, o volume (mL) de H_2SO_4 gasto com a amostra e Vb, o volume (mL) de H_2SO_4 gasto com o branco e M, a massa(g) da amostra.

Figura 2.8 Foto representativa da etapa de destilação por arraste a vapor no titulador Kjeldahl



Fotos: Própria autora.

2.3.4 Análise Granulométrica

A análise granulométrica foi realizada em um analisador de partículas com difração a Laser, modelo Cilas 1064.

O método consistiu no pré-tratamento da amostra com peróxido de

hidrogênio (H_2O_2) para degradar a matéria orgânica e posteriormente adicionou-se haxametáfosfato de sódio $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ para evitar floculação.

Após leitura no equipamento, utilizou-se o programa livre de análises granulométricas GRADISTAT[®] versão 4.0 (BLOOT, 2001).

2.3.5 Análise de Metais

A análise de metais foi realizada contemplando as etapas de abertura de amostra e análise instrumental, conforme segue.

Pesou-se aproximadamente 1,0000 g do sedimento a ser analisado, num vaso do sistema de digestão de Teflon. Adicionou-se em seguida 10 mL de ácido nítrico concentrado P.A. e 10 mL de água deionizada. Procedeu-se o descanso do sistema por 30 min. Em seguida, fechou-se os vasos e pesou-se novamente. O sistema foi posto no equipamento de microondas segundo, o programa da tabela 6, posta no Apêndice B.

Em seguida, transferiu-se o conteúdo do vaso para balão de 50 mL, filtrado e avolumado-se com água deionizada.

A análise dos elementos traço foi realizada em ICP OES conforme as configurações apresentados na tabela 7, apresentado no Apêndice C.

2.4 TRABALHO EM ESCRITÓRIO-FASE FINAL

Após a obtenção das concentrações de nitrogênio total, fósforo assimilável, matéria orgânica e metais, os valores de *background* ambiental segundo os métodos curva de frequência relativa acumulada, teste de 4σ - outlier e método *boxplot* foram então calculados usando o *software* Microsoft Excel[®] (Apêndices D, E, F), além desses algumas análises estatísticas sobre os dados foram realizadas preliminarmente (Apêndices G,H,I,J).

Os dados então foram analisados no *Statsoft STATISTICA v10*[®](English) segundo a estatística multivariada.

Os resultados obtidos serão apresentados em 01 artigo a ser submetido a revistas científicas de circulação internacional.

3 VALORES DE FUNDO DE ELEMENTOS METÁLICOS EM SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DE TRÊS ESTUÁRIOS AO LONGO COSTA DO SUL DA BAHIA (BRASIL)

3.1 RESUMO

A avaliação da contaminação de um manguezal requer a determinação prévia de valores de fundo deste ambiente. Neste trabalho, foi determinado os valores de fundo em escala regional para os elementos metálicos Pb, Zn, Cr, Cd, Cu, Mn, Fe, Ba, V e Ni em sedimentos superficiais de três estuários da costa sul da Bahia, Brasil. As amostras (36) foram liofilizadas e submetidas a análises para determinação dos teores de metais. Para a determinação, as amostras foram digeridas em microondas e analisadas por ICP OES. Os valores de fundo para os metais na região foram determinados segundo a metodologia boxplot e comparados a dados referenciais internacionais. Para as espécies metálicas, os valores de fundo em faixas (mg.kg^{-1}) foram 29,27 a 45,83 - Pb; 29,01 a 46,42 - Zn; 8,00 a 12,75 - Cu; 0,39 a 0,89 - Cd; 22,25 a 32,61 - Cr; 67,43 a 196,50 - Mn; 10097,18 a 20301,56 - Fe; 29,27 a 45,53 - Ba; 21,39 a 42,84 - V; 8,04 a 11,70 - Ni.

Palavras Chaves: valores de fundo, elementos metálicos, sedimento, manguezal.

3.2 INTRODUÇÃO

A determinação de valores de fundo tem sido motivada pelas atuais demandas de gerenciamento ambiental (PREDA E COX, 2002; HORCKMANS et al., 2005; PÉREZ-SIRVENT et al., 2008; DIEZ et al., 2009) associadas ao incentivo por parte de órgãos governamentais (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 2001; MINISTRY OF WATER, LAND AND AIR PROTECTION, 2005; UNITED STATES ENVIROMENTAL PROTECTION AGENCY-USEPA, 2002), a fim de estabelecer valores orientadores para a caracterização de áreas contaminadas e ações de controle de poluição (QIN et al, 2014; LI et al., 2014; XIAO et al., 2015).

Diferentes conceitos de valores de fundo são utilizados no âmbito científico. Este pode ser definido como o valor representativo dos teores naturais, apresentados em uma faixa, de espécies químicas presentes em um ambiente (HAWKES; WEBB, 1962; REIMANN; GARRETT, 2005; MINISTRY OF WATER,

LAND AND AIR PROTECTION, 2005, BUCHMAN, 2008). Em geral, este termo é utilizado para regiões próximas a áreas sob a influência de atividades antrópicas (REIMANN; GARRETT, 2005) e sua determinação comumente é pautada em metodologias e valores de referência disponibilizados nos denominados *guidelines* (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 2001; BUCHMAN, 2008; MINISTRY OF WATER, LAND AND AIR PROTECTION, 2005).

As concentrações apresentadas como valores de fundo são dependentes das características litológicas, climatológicas e pedológicas da região, que por sua vez influenciam diretamente na escolha e aplicação da metodologia de amostragem a ser aplicada, a fim de permitir a obtenção de valores que possam ser utilizados como referência (MATSCHULLAT et al., 2000). Dentre os tratamentos empregados para a interpretação de dados, se destacam os que fazem uso de metodologia indireta, também chamada de estatística, que se configura essencialmente por um método de reprodutibilidade dos dados (CARRAL et al., 1995; RODRIGUES; NALINI JR., 2009; LI et al., 2014). Nesse se destaca o interesse de identificar matematicamente valores anômalos (*outliers*), que devem ser eliminados (REIMANN; GARRETT, 2005). Esta metodologia baseia-se na estatística multivariada não paramétrica como o método de Lepeltier, curva de frequência acumulativa, *range* normal de amostra, representações boxplot, dentre outros (MATSCHULLAT et al., 2000; RODRIGUES E NALINI JUNIOR., 2009).

Os valores de referência veiculados por órgão reguladores no mundo, são estabelecidos para diversos substratos naturais (MINISTRY OF WATER, LAND AND AIR PROTECTION, 2005; BUCHMAN, 2008), contudo, no Brasil, em função da diversidade de matrizes e especificidades locais, com destaque para ambientes costeiros como o manguezal, a quantidade de dados disponíveis para comparação adequada é limitada. (VIDAL-TORRADO et al., 2005; QUEIROZ; CELINO, 2008).

Os manguezais são ambientes costeiros de elevada importância por serem considerados como berçário para diversos organismos. As características deste ecossistema possibilitam a amenização do impacto decorrente do movimento das marés na região costeira, a atuação como “filtro biológico” de sedimentos, nutrientes e poluentes (SANTOS, 2005).

O presente trabalho objetiva a determinação de valores de fundo para as três regiões estuarinas, litoral Sul do Estado da Bahia, para os elementos traço Pb, Zn,

Cr, Cu, Cd, Mn, Fe, Al, Ba, V, Ni mediante emprego da ferramenta estatística *boxplot* e comparação dos valores obtidos com os referenciais.

3.3 MATERIAS E MÉTODOS

Nesse item são descritos todas as etapas práticas realizadas nesse artigo.

A área de estudo neste trabalho compreende o trecho costeiro que pertence à região da Costa do Cacau (Figura 3.1) dos quais 15,5 mil hectares são de manguezais, rios e barras (AGUIAR et al., 2011). Esta área apresenta grande potencial para exploração de atividades econômicas, em especial atividades petrolíferas, onde se destacam os municípios de Una (UN), Canavieiras (CAN) e Belmonte (BEL), que se encontram às margens dos rios Una, Pardo e Jequitinhonha, respectivamente.

A seleção da região de amostragem baseou-se, inicialmente, em um levantamento bibliográfico, de maneira que os pontos de coleta estão associados minimamente à influência direta dos impactos oriundos da ação antrópica.

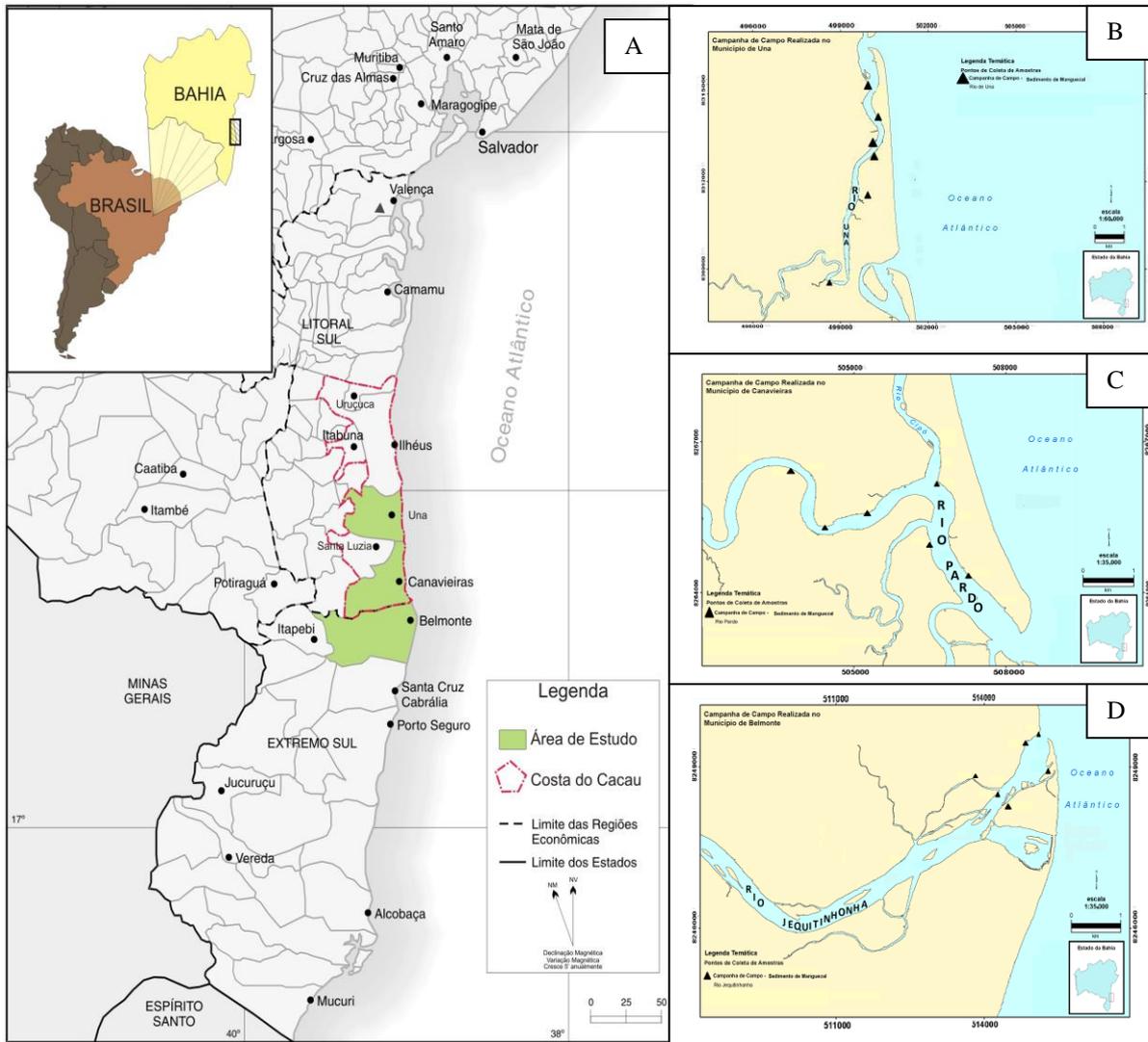
3.3.1 Coleta das amostras

As amostragens foram realizadas em duas campanhas, sendo a primeira em novembro de 2011 e a segunda em abril de 2012. Selecionaram-se seis pontos de coleta dispostos na extensão de cada estuário, conforme representado na Figura 1, que foram estabelecidos aleatoriamente e de acordo com a acessibilidade no manguezal, mas também de modo a garantir amostras representativas do local.

As amostras superficiais (0 a 5 cm de profundidade) foram coletadas em triplicata, totalizando 18 amostras em cada estuário por campanha. O material foi acondicionado em frascos de vidro descontaminados e transportados ao laboratório sob refrigeração.

Figura 3.1- (A) Mapa de localização dos municípios de Una, Canavieiras e Belmonte. (B) Mapa de localização e situação dos pontos de coleta de amostras de sedimento no município de Una. (C) Mapa de localização dos pontos de coleta de amostras de sedimento no município de

Canaveiras. (D) Mapa de localização dos pontos de coleta de amostras de sedimento no município de Belmonte



Elaboração: Adriano, 2012. Adaptação da apresentação: a própria autora.

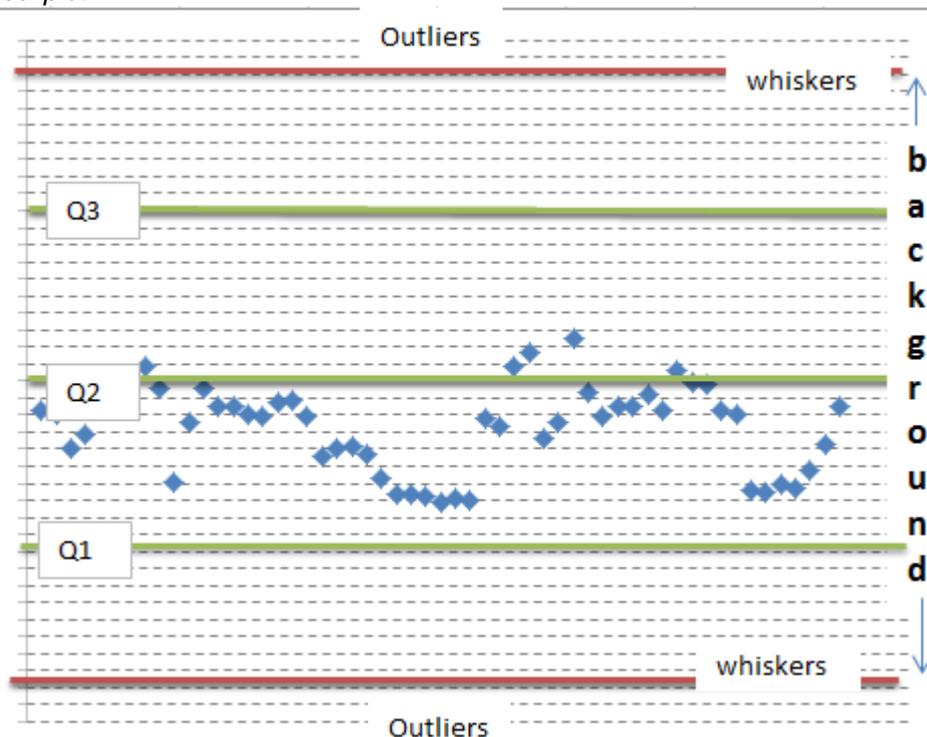
As amostras de substrato lamoso foram inicialmente liofilizadas e peneiradas (peneira de 2 *mesh*). A seguir, cada amostra foi dividida em lotes a fim de que fosse realizadas caracterização granulométrica usando um analisador de partículas com difração a Laser, modelo Cilas 1064; e, por fim, a determinação de espécies metálicas mediante extração parcial pelo método USEPA 3051, com posterior análise dos extratos por espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado (ICP OES).

Esse estudo adotou o método *boxplot* para determinação dos valores referenciais de fundo dos metais em sedimentos costeiros. Esse método segue (1) determinação do teor da espécie metálica em cada amostra, (2) identificação dos percentis – valores correspondentes a teores mais baixos (0 percentil),

intermediários (25, 50, 75 percentis) e máximo (100 percentil), (3) em seguida os quartis são identificados (Q1 corresponde a 25 percentil, Q2 ao 50 percentil e Q3 ao 75 percentil), (4) uma amplitude entre o Q2 e Q1 – amplitude inferior - é definida e entre o Q3 e Q2 – amplitude superior, (5) os valores denominados whiskers são calculados como 1,5 vezes a amplitude inferior e 1,5 a amplitude superior, (6) a partir desses, os valores normais são o intervalo entre esses, calculada anteriormente e os fora dessa faixa são denominados *outliers* e aos valores não anômalos aplicou-se a estatística descritiva para determinação a média, mediana e outros parâmetros estatísticos para cada espécie metálica (Figura 2).

De modo a indicar se há influência antropogênica ou não, o fator de enriquecimento dos metais no solo foi estabelecido. O Fator de Enriquecimento (EF) foi determinado acordo com a seguinte equação: $([Metal]/Al(mg/Kg))/([Metal]/Al_{background}(mg/Kg))$. Os valores de $[Metal]/Al_{background}$ foram obtidos pela mediana do método boxplot caracterizados como tendo concentração normal dos metais.

Figura 3.2- Figura esquemática das faixas determinadas para cálculo de valores de fundo pelo método *boxplot*



Elaboração: a própria autora.

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização granulométrica, que está diretamente associada à capacidade de adsorção dos elementos químicos no sedimento, as frações granulométricas médias obtidas para cada estação amostral encontram-se presentes na Tabela 3. De acordo com essa Tabela, se verifica que as amostras apresentam majoritariamente as frações silte e areia muito fina, conferindo assim ao substrato elevada tendência de adsorção de espécies químicas que, provavelmente, serão incorporados por absorção.

Tabela 3.1- Valores médios das frações granulométricas para a região costeira sul da Bahia, Brasil (separação por estuário do rio Una, Pardo e rio Jequitinhonha)

ESTAÇÃO AMOSTRAL	FRAÇÕES GRANULOMÉTRICAS (%)				
	Areia Grossa	Areia Fina	Areia muito fina	Silte	Argila
Una	3,89%	3,74%	30,16%	60,92%	1,28%
Pardo	10,98%	0,88%	34,28%	52,60%	1,26%
Jequitinhonha	2,36%	5,10%	41,34%	50,48%	0,72%

A análise granulométrica indicou para os três municípios riqueza de grânulos das frações areia muito fina e silte. Essa composição fornece a esse substrato a propriedade de grande tendência de agregação de espécies metálicas por processos geoquímicos de adsorção, absorção e complexação.

A região caracteriza-se por uma faixa costeira de clima tropical superúmido segundo a classificação de Clima de Köppen, com índice pluviométrico alto e pouco variável (EMPRAPA, 2009), em função disso considerou-se que as campanhas temporalmente não sofrem diferença significativa nas condições do sedimento. As amostras coletadas nos dois campos foram tratadas como duplicatas do ponto, daí realizou-se média aritmética dos dados de concentração encontrados.

A normalização de dados obtidos experimentalmente é um procedimento comum que objetiva identificar valores não-típicos. Na análise de metais em sedimento, tem sido realizado também, uma vez que a composição granulométrica do solo é diferenciada e há uma relação de aumento da concentração de metais com a diminuição do tamanho do grão (LI et al., 2014).

Para essa normalização adotou-se o método geoquímico, com a utilização do elemento Al, por esse poder ser aplicável a um conjunto variável de metais e pela espécie está em abundância em frações fina (maioria da composição das amostras) e o maior constituinte desses ser os alumino-silicatos (HORTELLANI, 2008).

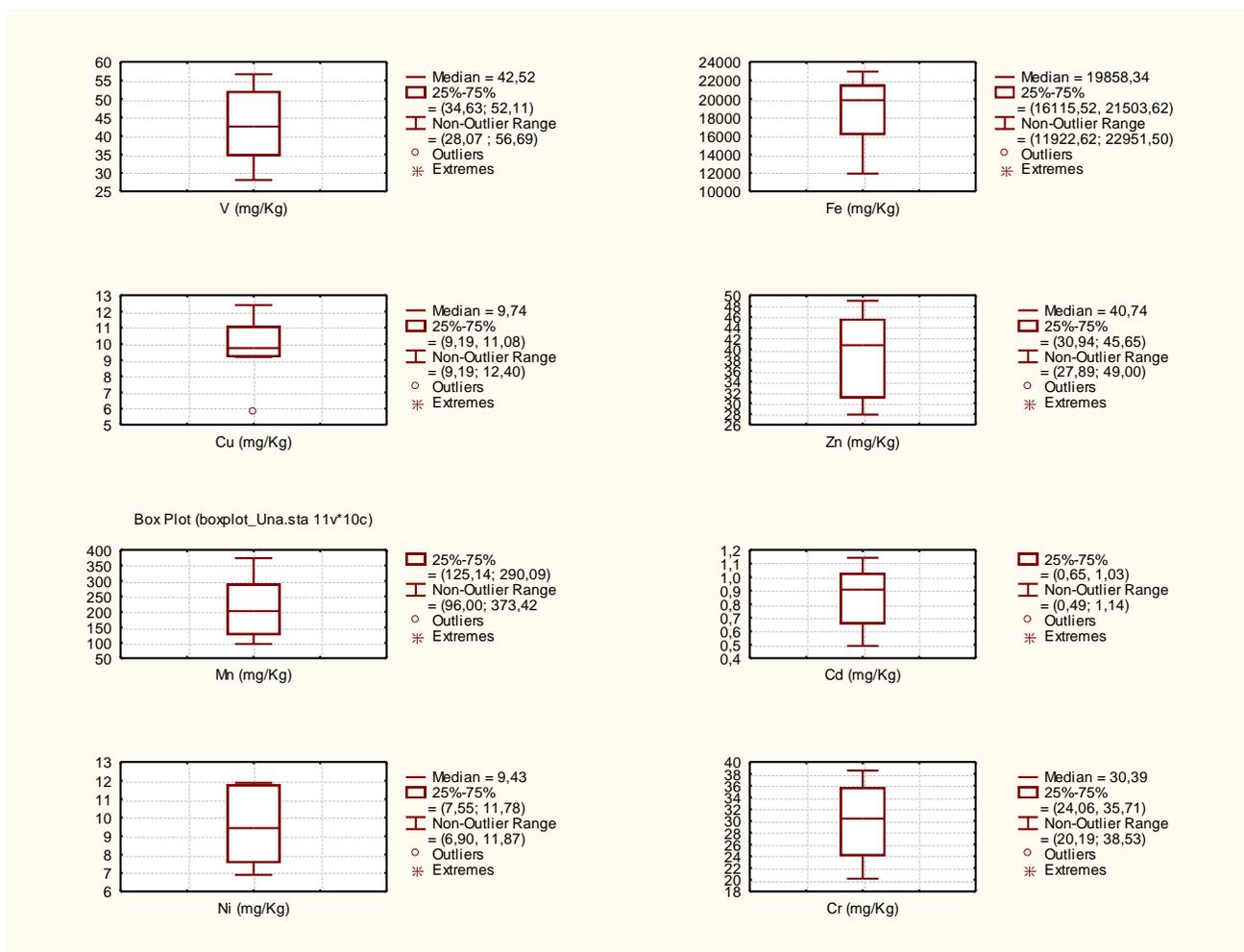
Os gráficos de normalização para os metais em análise estão demonstrados na figura 3, 4 e 5, respectivamente para os estuários do rio Una, Pardo e Jequitinhonha. Os gráficos foram elaborados pelo software estatístico *STATISTICA 7®* com intervalo de confiança de 95% (2 vezes os valores dos desvios padrões). Todas as amostras que ficaram dentro do intervalo de confiança podem ser caracterizadas como tendo concentração natural dos metais, enquanto que as amostras fora do intervalo de confiança podem ser consideradas contaminadas.

O estuário do rio Una apresentou anormalidade de dados de concentração de metais para o ponto 1 (exceto para Mn e Ni) . O estuário do rio Pardo apresentou maioria de pontos com concentração normal segundo a normalização, mas o ponto 5, foi o que apresentou anormalidade de concentração para mais metais (Ba, Cu, Ni, Zn e Pb). O estuário do rio Jequitinhonha obteve a classificação, segundo a normalização, da maioria dos pontos com concentração normal de espécies metálicas, exceto o ponto 2, que apresentou normalidades apenas para Cr, Pb e V. Esses resultado indica que esses pontos podem está recebendo aporte de contaminantes de origem antropogênico, recomendando-se observação mais aprofundada.

A metodologia boxplot foi aplicada aos dados.

A representação para o estuário do Rio Una está apresentada na figura 3.3.

Figura 3.3- Valores de fundo para os metais Pb, Zn, Fe, Mn, Cd,Cu, Ni, Cr, V e Ba, no estuário do rio Una em representação boxplot



Os valores de fundo determinados através da metodologia boxplot para o estuário do Rio Pardo é apresentada na figura 3.4.

Os valores de fundo para o estuário do rio Jequitinhonha é mostrado na figura 3.5.

Figura 3.4- .Valores de fundo para os metais Pb, Zn, Fe, Mn, Cd,Cu, Ni, Cr, V e Ba, no estuário do rio Pardo em representação boxplot

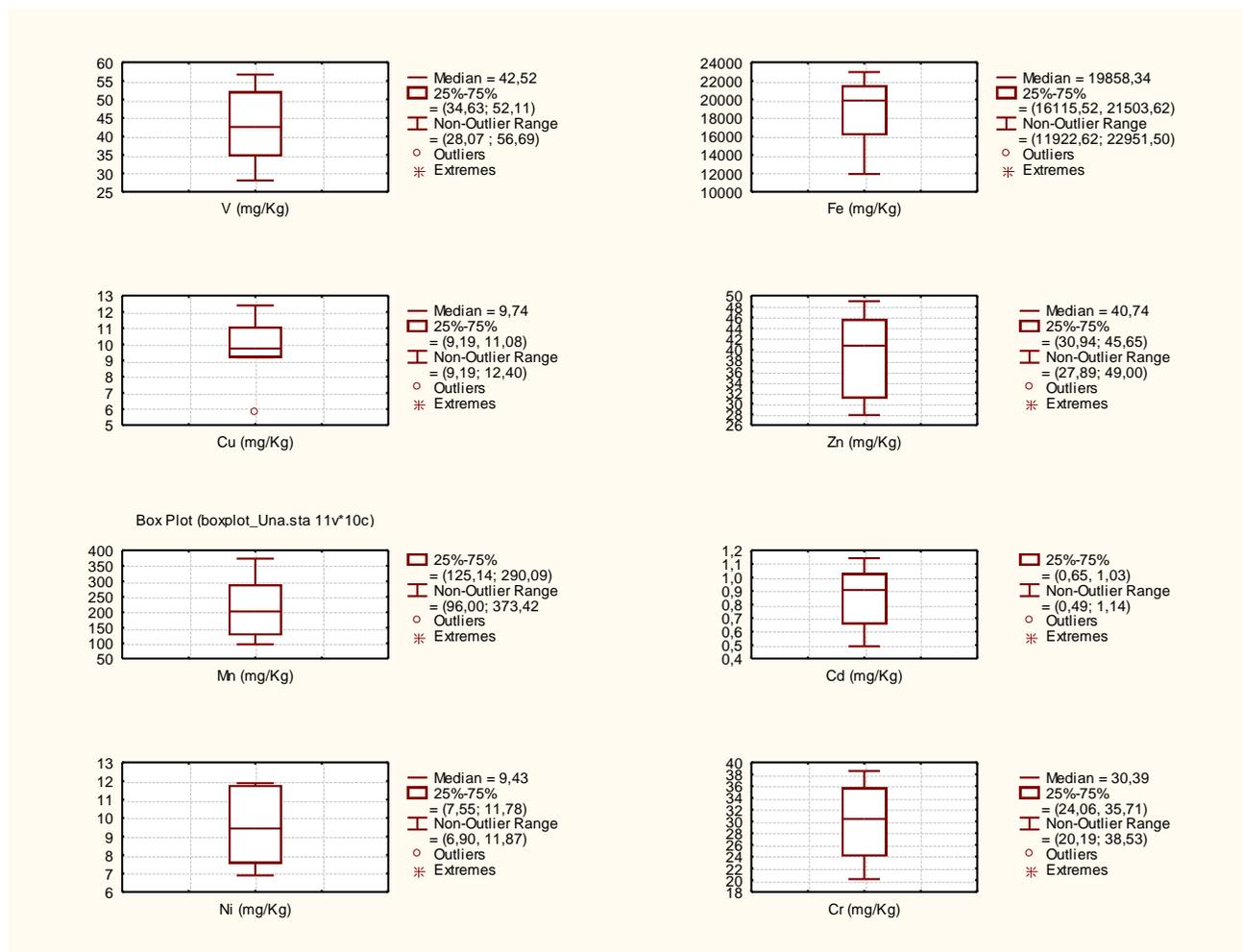
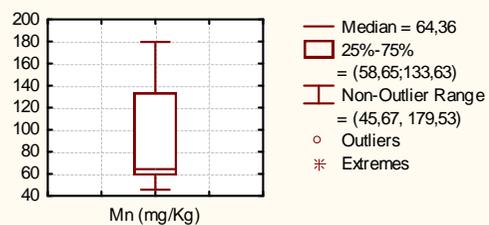
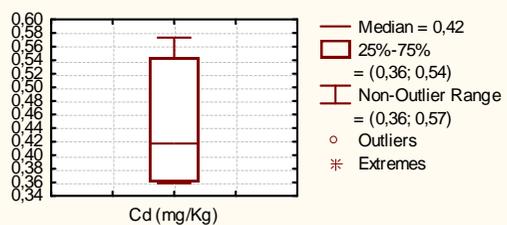
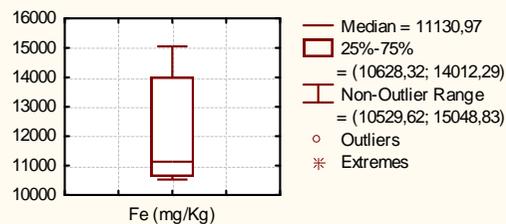
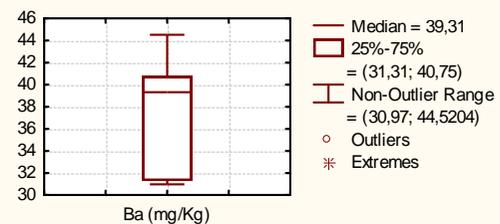
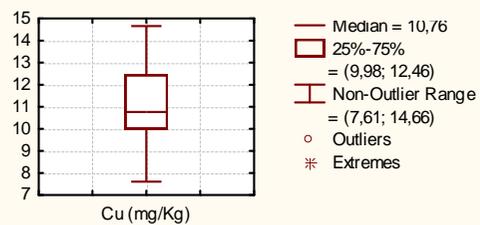
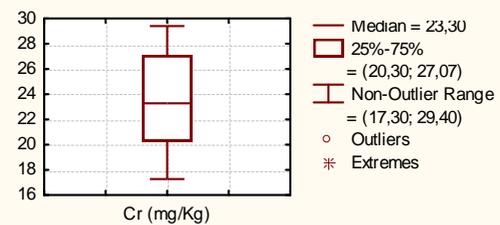
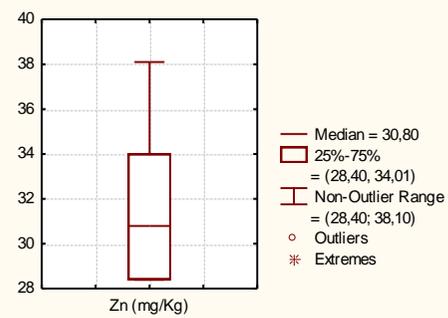
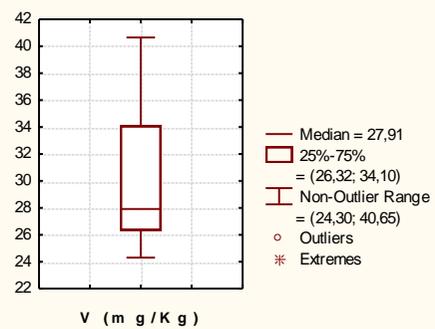
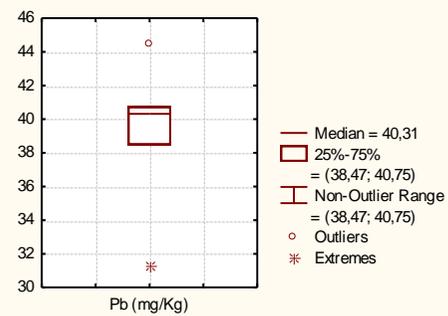
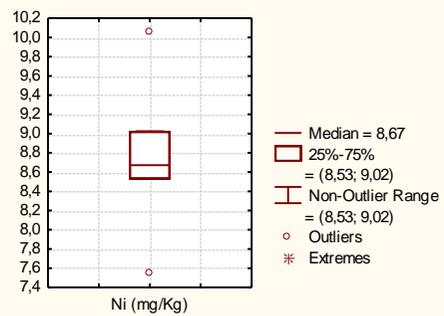


Figura 3.5- Valores de fundo para os metais Pb, Zn, Fe, Mn, Cd,Cu, Ni, Cr, V e Ba, no estuário do rio Jequitinhonha em representação boxplot





O boxplot é recomendado para aplicação em um conjunto de dados que possuem intervalo robusto (TUNKEY; TUNKEY, 1981; KURZL, 1988; REIMANN; FILZMOSE; GARRETT, 2005). Destacando-se por identificar valores alto e baixos de significativa discrepância. Esse tratamento de dados também indica importantes características de dados univariáveis tais como (a) linha de tendência, (b) distribuição dos dados, (c) a simetria, (d) variâncias, além dos valores extremos (CARRANZA, 2009). Para o estuário do rio Una e rio Pardo observa-se grandes intervalos de dados de concentração de metais, mas significativamente diferente para o estuário do rio Jequitinhonha. Destaca-se que valores de fundo extremos superiores, determinados estaticamente para os metais, foram altos, o que advém de que os estuários em questão possuem pontos com significativa diferença de concentração de metais, que levaram os valores de fundo para uma grande variação, chamando a atenção para possíveis processos locais de concentração de espécies metálicas nos sedimentos superficiais destes pontos.

Os valores de *fundo* são reapresentados na tabela 3.2 e confrontados com valores referências disponibilizados em *Guidelines* internacionalmente utilizados como referências: CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 2009) – A legislação brasileira possui dados para solos não para sedimentos estuarinos, mas com é o único referencial nacional, é adotada nesse estudo - , NOAA – Administração Nacional de Atmosfera e Oceano (BUCHMAN, 2008); OMEE – Ministério do Meio Ambiente e Energia de Ontario (MINISTRY OF ENVIRONMENT AND ENERGY, 1993).

Tabela 3.2- Valores de referenciais (em mg Kg⁻¹) determinados para os estuários dos rios Una, Pardo e Jequitinhonha (JEQ) , Costa Sul, Bahia-Brasil e valores extraídos dos guidelines do CONAMA (CN), NOAA, OMEE, VROM

Espécie	UNA	PARDO	JEQ	CN, 2009	Buchman, 2008	OMEE, 1993
Pb						
(mg Kg ⁻¹)	29,27	45,83	33,47	72 ^c	4,0 - 17,0	23,0
Zn						
(mg Kg ⁻¹)	37,74	46,42	29,08	300 ^c	7,0 - 38,0	65,0
Cr						
(mg Kg ⁻¹)	28,31	32,61	22,48	75 ^c	7,0 - 13,0	31,0

Cu (mg Kg⁻¹)	9,36	12,75	8,00	60 ^c	10,0 - 25,0	25,0
Cd (mg Kg⁻¹)	0,79	0,89	0,39	1,3 ^c	0,10 - 0,30	1,1
Mn (mg Kg⁻¹)	196,50	179,79	68,38	400 ^d	400,0	400,0
Fe (mg Kg⁻¹)	17824,6	20301,56	10858,38	2.450 ^d	9900,0 - 18000,0	31200,0
Ba (mg Kg⁻¹)	29,27	45,53	34,98	150	0,70	--
V (mg Kg⁻¹)	39,15	42,84	22,65	1000 ^e	50,0	--
Ni (mg Kg⁻¹)	9,00	11,70	8,47	30 ^c	9,90	31,0

c - Valor de Prevenção GVP: é a concentração de valor limite de determinada substância no solo, tal que ele seja capaz de sustentar as suas funções principais de acordo com o art. 3º

d - Valores calculados com base em risco à saúde humana, de acordo com o escopo desta Resolução. Diferem dos padrões de aceitação para consumo humano definidos na Portaria no 518/2004 do Ministério da Saúde (Tabela 5) e dos valores máximos permitidos para consumo humano definidos no Anexo I da Resolução CONAMA no 396/2008.

e - Valor de Investigação GVI: é a concentração de determinada substância no solo ou na água subterrânea acima da qual existem riscos potenciais, diretos ou indiretos, à saúde humana, considerando um cenário de exposição padronizado.

Os resultados encontrados para os estuários de Una, Canavieiras e Belmonte apresentam-se inferiores em relação aos estabelecidos pelo CONAMA, exceto para o elemento ferro. Esse fato pode ser justificado pela ocorrência natural de alta concentração desse metal em sedimentos de manguezal (TAVARES, 2008) como fato característico desse ecossistema. A alta concentração desse elemento em ambientes de manguezais pode estar associada a ação de bactérias como agentes precipitadores de minerais de ferro (SANTOS, 2002).

Os dados do NOAA, tratam-se de importante referência para a comparação, uma vez que os mesmos são utilizados como base para análise de sedimentos marinhos. Percebe-se que para os metais Ni e V, por exemplo, os dados determinados são semelhantes aos então referenciados pelo órgão. Contudo, para o Mn, apresenta valores maiores em relação ao valor determinado. Essa diferenciação também é observada em relação aos teores de metais apresentados pela OMEE. Nesse os metais Zn, Cu, Cd, Fe, e Ni apresentam valores referências maiores em

relação aos encontrados para a área de estudo, enquanto para Pb o valor referencial é menor e para os metais Mn e Cr os valores não relativamente iguais. O comportamento dos metais em estuários é muito complexo por que esse ambiente está sujeito a diversos fatores influenciadores da biogeoquímica em seus comportamentos, à ampliação de dados referenciais, como os apresentados nesse estudo visam contribuir com o entendimento a respeito da desse ecossistemas.

3.5 CONCLUSÃO

A metodologia indireta de identificação de valores anômalos *boxplot* foi utilizada para a determinação dos valores de fundo para os sedimentos superficiais nos estuários dos rios Una, Pardo e Jequitinhonha, costa sul da Bahia - Brasil. A mesma mostrou-se uma metodologia eficiente de identificação de valores anômalos e identificação de valores de tendência num conjunto de dados univariáveis de concentração de metais.

Na porção superficial do substrato lamoso superficial existem concentrações de metais que corroboram com valores de referência internacionais.

A comparação desses valores com dados disponibilizados por Órgãos de gerenciamento do meio ambiente destacam a importância do uso de apropriado valor de *background* para a avaliação de contaminação em solos.

4 CONCLUSÃO

A quantificação de valores de fundo para elementos metálicos é necessária para a adequada proposição de modelos de gerenciamento de um ambiente sujeito a impacto de atividades antrópicas que possam significar aporte de elementos capazes de ocasionar um desequilíbrio no ecossistema.

O conhecimento do valor de fundo demanda o entendimento de que esses valores dependem de especificidades locais, tais quais características litológicas, climatológicas e pedológicas.

A comparação dos valores referenciais determinados para área de estudo e *guidelines*, corroboram importância do uso de níveis adequados de *background* para avaliação da contaminação em sedimentos.

Estudos de relacionamento entre os teores naturais de elementos traço obtidos e as possíveis fontes dessas concentrações devem ser realizados.

A investigação de especiação química do metal Cr e a determinação de valores de fundo para os elementos Hg, As e Sb são possibilidades futuras promissoras por se tratarem de espécies relacionadas a ações antrópicas diversas.

REFERÊNCIAS

ADRIANO DE OLIVEIRA VASCONCELOS. [Sem título]. 2012.

AGUIAR, P. C. B.; MOREAU, A.M. S.S.; FONTES, E. O.. Impactos na dinâmica ambiental do município de Canavieiras (Ba) tendo a Resex como fator de influência. **Revista GEOMAE - Geografia, Meio Ambiente e Ensino**, Campo Mourão, PR, v. 2, n. 1, jan./jun. 2011.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. Standard methods for examination of water and wastewater. 22th ed. Washington: 10300 Periphyton, 1998.

BAHIA. CENTRO DE RECURSOS AMBIENTAIS. **Diagnóstico da Concentração de Metais Pesados e Hidrocarbonetos de Petróleo nos Sedimentos e Biota da Baía de Todos os Santos**. Salvador: CRA, 2004, 2 v. [Consórcio BTS Hydros CH2M HILL].

BAHIA. SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. **Projeto de Gerenciamento Costeiro do Estado da Bahia: Litoral Sul: Sub-região III-Extremo Sul: diagnóstico ambiental**. Salvador: IMA, 1996. v. 4, 61p.

BAI, J.; XIAO, R; CUI,B.;ZHANG, K; WANG, Q; LIU, X; GAO, H, HUANG, L.. Assessment of heavy metal pollution in wetland soils from the young and old reclaimed regions in the Pearl River Estuary, South China. **Environmental Pollution**, London, v. 159, n. 3, p. 817–824, mar. 2011.

BLOTT, S. J.; PYE, K. G.. A grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. **Earth Surface Processes and Landforms**, Sussex, v. 26, n. 11, p. 1237–1248, oct. 2001.

BORSOI, Z.; TORRES, S. D. A.. **A política de recurso hídricos no Brasil**. Rio de Janeiro: BNDES, c2011. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/revista/rev806.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2011.

BRAGATO, M.. **Tratamento 'in-situ' de solo contaminado por derivado de petróleo e metais**. 2006. 194f. Tese (Doutorado em Engenharia Metalúrgica e de Materiais)- Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3133/tde-15032007-011934/>>. Acesso em: 15 mar. 2013.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 420, de 28 de dezembro de 2009. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas

contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 30 dez. 2009. Seção 1, p. 81-84.

BUCHMAN, M. F. **NOAA Screening Quick Reference Tables**: NOAA OR&R Report 08-1. Seattle, WA: Office of Response and Restoration Division, National Oceanic and Atmospheric Administration, 2008. 34 p.

CARRAL, E.; PUENTE, X.; VILLARES, R.; CARBALLEIRA, A.. Background heavy metal levels in estuarine sediments and organisms in Galicia (NWSpain) as determine dby modal analysis. **Science of The Total Environment**, Amsterdam, v. 172, n. 2–3, p. 175–188, 30 Nov. 1995.

CARVALHO, José B. **Caracterização Morfoestratigráfica do Preenchimento Sedimentar da Baía de Iguape, Bahia**: influência das variações eustáticas do nível no mar e atividades tectônicas recentes. 2000. 119f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2000.

CLARK, J. Bacia de Jequitinhonha. In: SEMINÁRIO JURÍDICO / FISCAL E WORKSHOP TÉCNICO DA QUARTA RODADA DE LICITAÇÕES. c2002, Brasília, DF. **Workshop da Quarta Rodada de Licitações**. Brasília DF: Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Bicomustíveis, c2002. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/brasil-rounds/round4/round4/workshop/>>. Acesso em: 5 fev. 2013.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Manual de gerenciamento de áreas contaminadas no Estado de São Paulo**. São Paulo: CETESB-GTZ, 2001. Disponível em: < <http://www.cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas/manual-de-gerenciamento-de-areas-contaminadas/7-manual-de-gerenciamento-das--acs/>>. Acesso em: 15 mar. 2013.

DIEZ, M.; SIMON, M; MARTIN, F.; DORRONSORO, C; GARCIA, I; GESTEL, C.A.M.. Ambient trace element background concentrations in soils and their use in risk assessment. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 407, n. 16, p. 4622–4632, aug. 2009.

DRUMMOND, C.; ISRAELACHVILI, J.. Fundamental studies of crude oil–surface water interactions and its relationship to reservoir wettability. **Journal of Petroleum Science and Engineering**, Amsterdam, v. 45, n. 1–2, p. 61–81, nov. 2004.

EMBRAPA. Manual de método de análise químicas para avaliação de fertilidade do solo. 2. ed. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2009. 627 p.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - EPA. Method 3051. Washington: US EPA, 1996. Disponível em: <<http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/pdfs/3052.pdf>>. Acesso em: 19 fev. 2002.

ESSINGTON, M. E. **Soil and water chemistry: an integrative approach**. Boca Raton. New York: CRC Press, 2004. 534p.

GOMES, M. V. T.. Concentrações e associações geoquímicas de Pb e Zn em sedimentos do rio São Francisco impactados por rejeitos da produção industrial de zinco. **Química Nova**, São Paulo , v. 33, n. 10, p. 2088-2092, 2010

GUILHERME, L. R. G.;MARQUES, J.J;PIERANGELI, M.A.P. Elementos-traço em solos, sedimentos e nas águas. **Tópicos em ciência do solo**, Viçosa, v. 5, p. 345-390, 2005.

HATJE, V.; ANDRADE, J. B. de (Org.). **Baía de Todos os Santos: oceanografia química**. Salvador: EDUFBA, 2009, v. 1. p. 243-298.

HAWKES, H.E., WEBB, J.S..Geochemistry in Mineral Exploration. **Harper and Row**. New York, NY, 1962.

HLAVAY, J.; PROHASKA, T.; WEISZ, M.; WENZEL, W. W.; STINGEDER, G. J. Determination of trace elements bound to soil and sediment fractions. **Pure and Applied Chemistry**, Genebra, v. 76, n. 2, p. 415-442, 2004.

HORCKMANS, L.; SWENNENA, R; DECKERSB, J.; MAQUILC, R.. Local background concentrations of trace elements in oils: a case study in the Grand Duchyof Luxemburg. **Catena**, Amsterdam, v. 59, n. 3, p. 279-304, 26 jan. 2005

HORTELLANI, M. A.;SARKISI, J.E.S;ABESSALL, D.M.S.;SOUSA,E.C.P.M.. Avaliação da Contaminação por Elementos Metálicos dos Sedimentos do Estuário Santos – São Vicente. **Quim. Nova**, Vol. 31, No. 1, 10-19, 2008.

KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. **Trace elements in soils and plants**. 3. ed. New York: Boca Raton: CRC Press, 2001.413p.

KÜRZL, H.. Exploratory data analysis: recent advances for the nterpretation of geochemical data. **J. Geochem. Explor.**, 30, pp. 309–322.1988.

LACERDA, L. D. . Mangrove Ecosystems: Function and Management.. **Journal of environmental science and health: Part A, Environmental science and engineeri**, Philadelphia, 2002. 332 p.

LACERDA, L. D.; HUERTAS,R.; CARRASCO, G.; VIANNA,F.; PESSI,M. Trace metal concentrations and geochemical partitioning in arroyo carrasco wetlands, Montevideo, Uruguay. **Geochemica Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1/2, p. 63-74, 1998.

LACERDA, L. D.; MARINS, R. V.. Geoquímica de sedimentos e o monitoramento de metais na plataforma continental nordeste do Brasil. **Geochemica Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 1, p. 123-135, 2006.

LI, W.;XU,B.;SONG, .;LIU, X. ;XU, J ;BROOKES.P.C.. The identification of 'hotspots' of heavy metal pollution in soil–rice systems at a regional scale in eastern China. **Science of The Total Environment**. V. 472.p. 407–420.2014.

LICHT, O. A. B. **A geoquímica multielementar na gestão ambiental- identificação e caracterização de províncias geoquímicas naturais, alterações antrópicas da paisagem, áreas favoráveis à prospecção mineral e regiões de risco para a saúde no estado do Paraná, Brasil**. 236f. 2001. Tese (Doutorado Geologia)- Programa de Curso de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2001.

LOPES, M. I.M. S.. **Fluxo de água, balanço químico e alterações no solo da floresta atlântica atingida pela poluição aérea de Cubatão, SP, Brasil**. 2001. Tese (Doutorado em Ecologia: Ecossistemas Terrestres e Aquáticos) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41134/td-13062002-143703/>>. Acesso em: 15 mar. 2013.

MACHADO W.;SILVA-ROCHA, E.V.;OLIVEIRA, R.R.;LACERDA, L.D..Trace metal retention in mangrove ecosystems in Guanabara Bay, SE Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, Oxford, v. 44, n. 11, p. 1277-1280, nov. 2002.

MAIA, L. P. ; MAIA, L.P. ;LACERDA, L.D. ;MONTEIRO, L.H.U. ;SOUZA,G.M.. **Atlas dos manguezais do Nordeste do Brasil**: avaliação das áreas de manguezais dos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco. Fortaleza: SEMACE: Universidade Federal do Ceará: Instituto de Ciências do Mar, 2006.

MARCHI, G.; GUILHERME, L.R.G.; SILVA, C.A; GONÇALVES, V.C.. **Elementos-traço e sua relação com a qualidade e inocuidade de fertilizantes, corretivos agrícolas e resíduos orgânicos no Brasil**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2009. (Documentos Embrapa Cerrados; 252). Disponível em: <<http://www.cpac.embrapa.br/download/1506/t>>. Acesso em: 15 mar. 2013

MATSCHULLAT, J.; OTTENSTEIN, R.; REIMANN, C. Geochemical background– can we calculate it? **Environmental Geology**, Berlin, v. 39, n. 9, p. 990-1000, jul. 2000.

MCBRIDE, M. B. **Environmental chemistry of soils**. New York: Oxford University Press, 1994. 406p.

MINISTRY OF ENVIRONMENT AND ENERGY. **Guidelines for the protection and management of aquatic sediment quality in Ontario**. Toronto: Queen's Printer for Ontario, 1993

MINISTRY OF WATER, LAND AND AIR PROTECTION. **Technical Guidance on Contaminated Sites 1: Site Characterization and Confirmation Testing**. Victoria, B.C.: MWLAP, 2005.

MIRANDA, L. B.; CASTRO F., B. M. Os Ambientes Estuarinos: Aspectos Cinemáticos e Hidrodinâmicos: Conceituação e Terminologia. In: REUNIÃO ESPECIAL DA SBPC: ECOSSISTEMAS COSTEIROS, DO CONHECIMENTO À GESTÃO, 3, 1996, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 1996, p.42-47.

MOREIRA, Í. T. A.; OLIVEIRA, O.M.C.; TRIGUIS, J.A.; SANTOS, A.M.P. QUEIROZ, A.F.S.; MARTINS, C.M.S.; SILVA, C.S.; JESUS, R.S.. Phytoremediation using *Rizophora mangle* L. in mangrove sediments contaminated by persistent total petroleum hydrocarbons (TPH's). **Microchemical Journal**, New York, v. 99, n. 2, p. 376-382, November 2011.

MOREIRA, R. C. A.; BOAVENTURA, G. R.. Referência geoquímica regional para a interpretação das concentrações de elementos químicos nos sedimentos da bacia do Lago Paranoá - DF. **Química Nova**, São Paulo, v. 26, n. 6, p. 812-820, dez. 2003.

NASCIMENTO, D. M. C.; DOMINGUEZ, J. M. L.. Avaliação da vulnerabilidade ambiental como instrumento de gestão costeira nos municípios de Belmonte e Canavieiras, Bahia. **Revista Brasileira de Geociências**, Curitiba, v. 39, n. 3, p. 395-408, set. 2009

NASCIMENTO, D. M. C.; DOMINGUEZ, J. M. L.. Remanescentes da cobertura vegetal: uma contribuição cartográfica à gestão ambiental na zona costeira dos municípios de Belmonte e canavieiras na Bahia, Brasil. **Cadernos de Geociências**, Salvador, v. 7, n. 2, nov. 2010

ONOFRE, C. R. E.. 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**, Campina Grande, v. 7, n. 2, jul./dez. 2007.

PÉREZ-SIRVENT, C.; MARTINEZ-SANCHEZ, M.J.; GARCIA-LORENZO, M.L.; BECH, J.. Uptake of Cd and Pb by natural vegetation in soils polluted by mining activities. **Fresenius environmental Bulletin**, 17, 1666-1671.2008.

PIRES, C. A. F.; ROBAINA, L. E.; FORMOSO, M. L. L. Metais pesados nos sedimentos de corrente, como indicadores de risco ambiental - Vale do Rio dos Sinos, RS. **Revista do Instituto de Geologia**, São Paulo, v. 23, n. 2, dez. 2002.

PLETSCH, A. L.. **Distribuição espacial de compostos orgânicos de estanho e metais em sedimentos costeiros e em Phallusia Nigra de áreas da Baía de Todos os Santos e Litoral Norte da Bahia**. 2002. 216p. Tese (Doutorado em Química Analítica)– Instituto de Química, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2002.

POLETO, C.; MERTEN, G. H.. Urban Street Pollutants. **Revista Pesquisas em Geociências**, Porto Alegre, v. 35, n. 2, p. 3-8, jun./dez. 2008.

PRAVEENA, S.; RADOJEV, M.; ABDULLAH, M.H.; ARIS, A.Z.. Application of sediment quality guidelines in the assessment of mangrove surface sediment in mengkabong

lagoon, Sabah, Malaysia. **Iranian Journal of Environmental Health Science & Engineering**, v. 5, n. 1, p. 35-42, 2008

PREDA, M.; COX, M. E. Trace metal occurrence and distribution in sediments and mangroves, Pumicestone region, southeast Queensland, Australia. **Environmental International**, v. 28, n. 5, p. 433-449, Nov. 2002.

QIN, F. ;HONGBING,J.;LIA, Q.;GUOA, X;TANGA, L.;FENG,J. Evaluation of trace elements and identification of pollution sources in particle size fractions of soil from iron ore areas along the Chao River. **Journal of Geochemical Exploration**, v 138, p. 33-49, March 2014.

QIN, F. ;HONGBING,J.;LIA, Q.;GUOA, X;TANGA, L.;FENG,J. Evaluation of trace

QUEIROZ, A.; CELINO, J. J. (Org.). **Avaliação de ambientes na Baía de Todos os Santos**: aspectos geoquímicos, geofísicos e biológicos. Salvador: UFBA, 2008. 300 p.

REIMANN, C.; CARITAT, P.. Distinguishing between natural and anthropogenic sources for elements in the environment: regional geochemical surveys versus enrichment factors. **Science of The Total Environment**, Amsterdam, v. 337, n. 1/3, p. 91-107, jan. 2005,

REIMANN, C.; GARRETT, R. G. Geochemical background–concept and reality. **Science of The Total Environment**, Amsterdam, v. 350, n. 1/3, p. 12-27, 2005.

REIMANN, C.; GARRETT, R. G. Geochemical background–concept and reality. **Science of The Total Environment**, Amsterdam, v. 350, n. 1/3, p. 12-27, 2005,

REIMANN, C; FILZMOSER, P; GARRETT, R.G.. Background and threshold: critical comparison of methods of determination. **Science of the Total Environment**, 346:1–16, 2005.

REITERMAJER, D.; CELINO, J. J.; QUEIROZ, A. F. S.. Heavy metal distribution in the sediment profiles of the Sauípe River Estuary, north seashore of the Bahia State, Brazil. **Microchemical Journal**, New York, v. 99, p. 400-405, 2011.

RODRIGUES, A. S. L.; NALINI JUNIOR, H. A.. Valores de background geoquímico e suas implicações em estudos ambientais. **Rem: Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, v. 62, n. 2, p. 155-165, jun. 2009.

ROMEIRO, A.R. Desenvolvimento sustentável e mudança institucional: notas preliminares. **Econômica: Revista da UFF**, Niterói, v.1, n. 1, 1999.

ROVERE, E. L. La (Coord.). **Avaliação ambiental estratégica do programa multimodal de transporte e desenvolvimento minero-industrial da região cacauieira - AAE-Porto Sul (PPE 11521)**. Rio de Janeiro: Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2009.

- SANEI, H; GOODARZI, F. H. Site-specific natural background concentration of metals in topsoil from the Trail Region, British Columbia, Canada. **Geoch. Explor. Environ.**, Canadá, v. 7, p. 41–47, 2007.
- SANTOS, A. L. F.; QUEIROZ, A. F.S.; MASCARENHAS, L.S. Concentrações de metais pesados em sedimentos de manguezais do estuário do rio Joanes – Bahia. **Revista sitientibus**, Feira de Santana, v. 17, p. 197-204, jul./dez. 1997.
- SANTOS, A. L.F.. **Manguezais do Estuário do Rio Joanes - Lauro de Freitas - Bahia: Estudos de Caracterização Geoquímica como Subsídios para um Gerenciamento Ambiental Adequado**. 1997. 226f. Dissertação (Mestrado em Geociências)- Núcleo de Estudos Ambientais, Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 1997.
- SANTOS, C.H.A.; LOURENÇO, J.A.; HIDALECIO, F.; NETO, F.B; COSTA, O.R.; IGAASHI, M.A.. **Características dos ecossistemas estuarinos brasileiros e as atividades antrópicas**. Fortaleza: UFC, c2006 Disponível em: <http://www.prex.ufc.br/formularios/Meio_Ambiente_2006/ECOSSISTEMAS%20ESTUARINOS%20BRASILEIROS.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2012.
- SANTOS, J. B.. **Estudos Geoquímicos em Substrato Lamoso de Zonas de Manguezal da Região de São Francisco do Conde - Recôncavo Baiano: Subsídios a um Programa de Diagnóstico e Monitoramento Ambiental para Regiões de Manguezal Influenciadas por Atividades Petrolíferas**. 2002. 142f. Dissertação (Mestrado em Geociências)- Núcleo de Estudos Ambientais, Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2002.
- SANTOS, J.B.; QUEIROZ, A. F. S.; CELINO, J. J.. Estatística multivariada de metais em sedimentos superficiais de manguezais na porção norte da baía de todos os santos, Bahia. **Cadernos de Geociências**, Salvador, v. 7, n. 2, Nov. 2010
- SCHOENINGER, C.. **Tratamento de informações imperfeitas na análise de risco de prospectos em exploração petrolífera**. Santa Catarina: Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da UFSC, 2003. 190p. <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/85893>>. Acesso em: 01 fev. 2013.
- SIDENKO, N.; V.; KHOZHINA, E. I.; SHERRIFF, B. L. The cycling of Ni, Zn, Cu in the system “mine tailings-ground water-plants: A case study. **Applied Geochemistry**, Oxford, v. 22, n. 1, p. 30-52, 2007.
- SIQUEIRA, L.; BATISTA, R.; OLIVEIRA, T.. A descoberta do Pré-sal e suas vantagens e desvantagens. **Bolsista de Valor: Revista de divulgação do Projeto, Universidade Petrobras e IF Fluminense**, Campos dos Goytacazes/RJ, v. 2, n. 1, p. 277-281, 2012.
- TAM, N. F. Y; WONG, W. S. Spatial variation of heavy metals in surface sediments of Hong Kong mangrove swamps. **Environmental Pollution**, London, v. 110, n. 2, p. 195–205, 2000.

TAVARES, J.M. **Metais nos sedimentos superficiais da plataforma continental entre Itacaré e Olivença sul da Bahia, Brasil**. 2008. 541f. Tese (Doutorado em Geologia)- Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2008.

TUKEY, P. A. ; TUKEY, J. W.. Data-driven view selection; agglomeration and sharpening. In *Interpreting Multivariate Data* (Chapter 11), **V. Barnett (ed)**. Wiley, Chichester.1981.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY-USEPA. **National primary drinking water standards**. Washington: United States Environmental Protection Agency / Office of Water, 2002. 5p. [EPA816-F-02-013]

VIDAL-TORRADO, P.; OTERO, X.L.; FERREIRA, T.; SOUZA, V.BI-CEGOS,M.; GARCIA-GONZALEZ, M.T..Solos de mangue: Características, gênese e impacto santrópicos. **Edafologia**, recife, v.12, n. 3, p. 199-244, 2005

XIAO, X. ;YANG, M. ;GUO, Z ;JIANG, Z.;LIU, Y.;CAO, X. Soil vanadium pollution and microbial response characteristics from stone coal smelting district. **Transactions of Nonferrous Metals Society of China**, v. 25, Pages 1271–1278.2015.

APÊNDICE A- Coordenadas planas dos pontos de amostragem

Dados de coordenadas planas dos pontos de amostragem.

Tabela A. 1- Coordenadas planas dos pontos de coleta do município de Una na campanha de novembro/2011 e abril/2012

Ponto	Coordenadas	
	Campanha novembro/2011	Campanha abril/2012
01	X: 8315592 Y: 499522	X: 8315307 Y:500002
02	X: 8314188 Y: 500297	X: 8314314 Y:500315
03	X: 8313311 Y: 500187	X: 8313336 Y:500206
04	X:8312952 Y:500113	X:8312963 Y: 500159
05	X:8312278 Y:499612	X:8308649 Y:498738
06	X:8311540 Y:499612	X:8311551 Y:499612

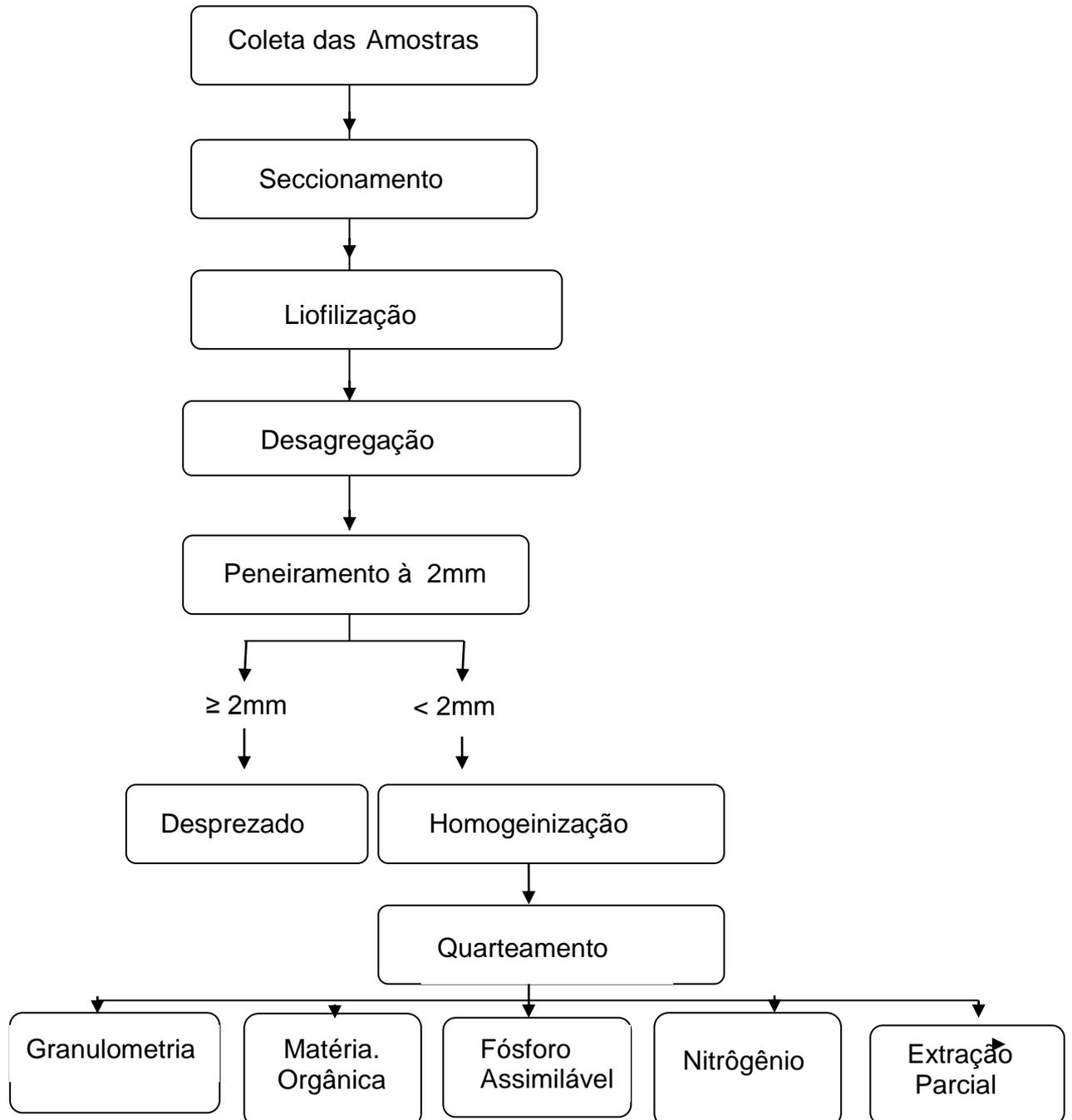
Tabela A.2- Coordenadas planas dos pontos de coleta do município de Canaveiras na campanha de novembro /2011 e abril/2012

Ponto	Coordenadas Campanha novembro/2011	Coordenadas Campanha abril/2012
07	X :8264564 Y:507123	X:8263200 Y:506232
08	X:8264960 Y:506504	X:8264226 Y:506057
09	X:8266187 Y:506668	X:8265038 Y:506057
10	X:8265609 Y:505322	X:8265619 Y: 505315
11	X:8265316 Y:504334	X:8265371 Y: 504487
12	X:8666495 Y:503698	X:8266520 Y: 503769

Tabela A.3- Coordenadas planas dos pontos de coleta do município de Belmonte na campanha de novembro /2011 e abril/2012

Ponto	Coordenadas Campanha novembro/2011	Coordenadas Campanha abril/2012
13	X: 8249685 Y: 515098	X:8248482 Y:514476
14	X: 8248777 Y: 515115	X:8248577 Y:514797
15	X: 8249467 Y: 514885	X:8249431 Y:514066
16	X:8248530 Y: 514283	X:8247496 Y:513479
17	X:8248343 Y:514290	X:8247874 Y:513093

18	X:8247586 Y: 514236	X:8248409 Y:513581
----	------------------------	-----------------------

Apêndice B – Fluxograma da fase de trabalho em laboratório

Apêndice C – Dados analíticos

Programação do micro-ondas (Tabela B.1) e do ICP-OES (Tabela B.2) aplicada a análise de metais.

Tabela B.1 - Programação do microondas método para 06 vasos no sistema PROVECTO

Estágio	Tempo (min.)	Potência (Watts)
1	3	400
2	1	790
3	1	000
4	10	400
5	4	000

Tabela B.2 - Condições de operação ICP OES

Dados	Características
Configuração	Axial
Potência	1300 W
Vazão do plasma	15,0 L min ⁻¹
Vazão do gás auxiliar	1,5 L min ⁻¹
Vazão do nebulizador	0,8 L min ⁻¹
Sistema de nebulização	V-Groove com câmara de spray de PTFE Sturman-Masters

Linhas Espectrais Seleccionadas	Pb – 220.353 nm Zn – 213.857 nm Cr – 206.158 nm Cu – 327.395 nm Cd – 226.502 nm Mn – 257.610 nm Fe – 238.204 nm Ba – 455.403 nm V – 311.837 nm Ni – 230.299 nm
--	---

Apêndice D – Espelho de cálculo utilizando o método de cálculo de frequência relativa acumulativa

Planilha de cálculo do método de frequência acumulativa aplicada aos municípios de Uma, Canavieiras e Belmonte (Tabela D1).

Tabela D.1 - Dados de concentração do metal Mn (mg Kg⁻¹) dos municípios de Una, Canavieiras e Belmonte

Amostras Campo 1	Concentração mg Kg⁻¹
1	198,9026
1.1	197,3926
2	60,7008
3	195,5989
4	246,0637
5	231,7396
5.1	233,2365
6	312,7834
6.1	319,8904
7	120,3006
8	169,9648
9	143,0225
9.1	133,2218
10	174,0147
11	202,4003
12	291,4667
12.1	300,9264
12.2	345,2934
13	65,5785
14	83,4917
15	133,3395
16	76,7569
16.1	69,3276
17	46,7313
18	36,4710
18.1	37,2049

Amostras Campo 2	Concentração mg Kg⁻¹
1	55,3620
1.1	49,9422
01.2	52,1090
01.3	51,1604
2	132,8675
2.1	129,7361
3	245,6323
4	334,1199
5	134,5448
5.1	137,4861
6	430,5050
7	295,0006
8	178,3093
8.1	181,2712
9	266,1030
10	266,3447
10.1	259,3425
11	191,0972
12	126,3082
12.1	124,4066
13	67,4311
14	275,5663
15	131,1796
15.1	129,9072
15.2	137,5003
15.3	137,1076
16	51,3898
17	70,5663
18	56,2538
18.1	52,7576

Tabela D.2- Valores de concentração do Mn (mg Kg^{-1}) dos municípios de Una, Canavieiras e Belmonte dispostos de forma ordenada e o percentual de frequência acumulada

	Soma Cumulativa	Percentual
36,47	36,47	0,38
37,20	73,68	0,76
46,73	120,41	1,25
49,94	170,35	1,77
51,16	221,51	2,30
51,39	272,90	2,83
52,11	325,01	3,37
52,76	377,77	3,92
55,36	433,13	4,49
56,25	489,38	5,08
60,70	550,08	5,71
65,58	615,66	6,39
67,43	683,09	7,08
69,33	752,42	7,80
70,57	822,99	8,54
76,76	899,74	9,33
83,49	983,23	10,20
120,30	1103,54	11,44
124,41	1227,94	12,74
126,31	1354,25	14,05
129,74	1483,99	15,39
129,91	1613,89	16,74
131,18	1745,07	18,10
132,87	1877,94	19,48
133,22	2011,16	20,86
133,34	2144,50	22,24
134,54	2279,05	23,64
137,11	2416,15	25,06
137,49	2553,64	26,48
169,96	3004,13	31,16

Continuação

	Soma Cumulativa	Percentual
137,50	2691,14	27,91
143,02	2834,16	29,39
174,01	3178,14	32,96
178,31	3356,45	34,81
181,27	3537,72	36,69
191,10	3728,82	38,67
195,60	3924,42	40,70
197,39	4121,81	42,75
198,90	4320,71	44,81
202,40	4523,11	46,91
231,74	4754,85	49,31
233,24	4988,09	51,73
245,63	5233,72	54,28
246,06	5479,79	56,83
259,34	5739,13	59,52
266,10	6005,23	62,28
266,34	6271,58	65,04
275,57	6547,14	67,90
291,47	6838,61	70,92
295,00	7133,61	73,98
300,93	7434,54	77,11
312,78	7747,32	80,35
319,89	8067,21	83,67
334,12	8401,33	87,13
345,29	8746,62	90,71
430,51	9177,13	95,18

Os dados correspondentes as frequências acumuladas entre 0 e 70% (Tabela 9) são consideradas não influenciadas e são adotadas como representantes do *background* (MATSCHULLAT et al., 2000). E então, identifica-se a média e mediana além dos outros parâmetros estatísticos para os dados não eliminados (Tabela 10).

Tabela D.3- Dados de concentração do metal Mn ($\mu\text{g.g}^{-1}$) dos municípios de Una, Canavieiras e Belmonte considerados não antropicamente influenciados pelo método CFRA Dados de Mn considerados não antropicamente influenciados.

Valores não influenciados		
36,47	83,49	174,01
37,20	120,30	178,31
46,73	124,41	181,27
49,94	126,31	191,10
51,16	129,74	195,60
51,39	129,91	197,39
52,11	131,18	198,90
52,76	132,87	202,40
55,36	133,22	231,74
56,25	133,34	233,24
60,70	134,54	245,63
65,58	137,11	246,06
67,43	137,49	259,34
69,33	137,50	266,10
70,57	143,02	266,34
76,76	169,96	275,57

Tabela D. 4 - Parâmetros estatísticos e valor *background* Mn (mg Kg^{-1}) pelo método de curva de frequência relativa acumulada

Parâmetros	Valor
Média	136,40
Erro padrão	10,39
Mediana	133,04
Desvio padrão	72,01
Variância da amostra	5185,61
Curtose	-0,99
Assimetria	0,35
Intervalo	239,10
Mínimo	36,47
Máximo	275,57
Soma	6547,14
Contagem	48,00
Nível de Confiança (95,0%)	20,91

APÊNDICE E – Espelho de cálculo utilizando o método *boxplot*.

Tabela E.1 - Dados de concentração (mg Kg⁻¹) de V dos municípios de Una, Canavieiras e Belmonte nas amostras coletadas

Amostras Campo 1	Concentração mg Kg ⁻¹	Amostras Campo 2	Concentração mg Kg ⁻¹
1	41,39	1	16,19
1.1	40,40	1.1	14,36
2	30,11	01.2	15,38
3	34,36	01.3	15,08
4	45,62	2	39,15
5	47,67	2.1	36,93
5.1	43,80	3	54,30
6	54,06	4	58,61
6.1	47,90	5	33,47
7	20,09	5.1	37,94
8	37,99	6	62,40
9	48,00	7	46,82
9.1	42,84	8	39,41
10	42,35	8.1	42,68
11	40,49	9	42,79
12	39,94	10	46,09
12.1	44,03	10.1	41,52
12.2	44,54	11	52,86
13	39,67	12	49,85
14	27,69	12.1	49,06
15	30,23	13	41,63
16	30,94	14	40,51
16.1	28,55	15	18,02
17	21,39	15.1	17,33
18	16,79	15.2	19,79
18.1	16,84	15.3	18,31
		16	23,91
		17	31,24
		18	42,50
			39,85

Nessa metodologia são realizados os cálculos dos quartis e os valores considerados anômalos ou *outliers* são identificados como valores maiores e menores que os valores *whiskers*. Os *whiskers* são os valores 1,5 vezes inferior e superior aos valores das amplitudes interquartis 25 - 50% e 50- 75%, respectivamente (RODRIGUES e NALINI Jr., 2009) (Tabela 13) .

Tabela E.2 - Cálculo dos quartis, amplitude interquartis e *whiskers* correspondentes aos dados de V da tabela 12

Percentil	Quartil	Valores
0		14,35976
25	Q1	28,33515
50	Q2	39,89914
75	Q3	44,15717
100		62,40049

Amplitude	Cálculo para Definição de <i>Whiskers</i>	<i>Whiskers</i>
11,56399	17,34598	22,55
4,258031	6,387047	46,29

Tabela E.3- Dados de concentração (mg Kg⁻¹) de V dos municípios de Una, Canaveiras e Belmonte considerados não anômalos

Valores não anômalos de V (µg.g⁻¹) dos municípios de Una, Canaveiras e Belmonte

23,91	37,99	41,63
27,69	39,15	42,35
28,55	39,41	42,50
30,11	39,67	42,68
30,23	39,85	42,79
30,94	39,94	42,84
31,24	40,40	43,80
33,47	40,49	44,03
34,36	40,51	44,54

36,93	41,39	45,62
37,94	41,52	46,09

Aos dados não eliminados (Tabela E.3) aplicou-se a estatística descritiva para determinar a média, mediana e outros parâmetros estatísticos (Tabela E.4).

Tabela E.4.- Parâmetros estatísticos e valor *background* de V pelo método boxplot

Parâmetros	Valores
Média	38,32
Erro padrão	1,00
Mediana	39,94
Desvio padrão	5,75
Variância da amostra	33,01
Curtose	-0,11
Assimetria	-0,90
Intervalo	22,18
Mínimo	23,91
Máximo	46,09
Soma	1264,55
Contagem	33,00
Nível de confiança	2,04

APÊNDICE F– Espelho de cálculo utilizando no método 4 σ -outlier.

Tabela F.1- Dados de concentração (mg Kg⁻¹) de Pb para os municípios de Una, Canavieiras, Belmonte

Amostras Campo 1	Concentração mg Kg ⁻¹	Amostras Campo 2	Concentração mg Kg ⁻¹
1	29,66	1	12,20
1.1	28,88	1.1	11,28
2	18,11	01.2	11,40
3	24,36	01.3	12,73
4	30,05	2	27,30
5	32,42	2.1	25,67
5.1	30,06	3	36,33
6	36,80	4	42,11
6.1	32,26	5	27,69
7	19,76	5.1	30,19
8	35,06	6	41,53
9	43,50	7	55,86
9.1	31,45	8	35,88
10	46,15	8.1	45,53
11	46,99	9	42,65
12	45,83	10	50,72
12.1	50,31	10.1	40,05
12.2	48,33	11	56,83
13	29,19	12	51,23
14	33,39	12.1	48,95
15	36,50	13	32,75
16	36,49	14	48,11
16.1	33,05	15	25,10
17	41,76	15.1	24,62
18	33,33	15.2	28,81
18.1	33,47	15.3	25,95
		16	54,27
		17	38,57
		18	46,24
		18.1	40,83

Nessa metodologia assume-se uma distribuição normal dos elementos traço nas amostras. Esse critério é apropriado para amostras que variam quantitativamente de um conjunto de 10 a 1000 dados, utilizando-se como critério de identificação para valores anômalos dados que variam além da média 4σ (MATSCHULLAT *et al.*, 2000).

Determinando o valor de σ igual a 11,32 para os dados de Pb (Tabela E.1), os valores fora do intervalo média $\pm 4\sigma$ são considerados anômalos (Tabela E.2).

Tabela E.2- Dados 4σ - *outlier* para as concentrações de Pb (mg Kg⁻¹) da tabela 16

Outlier(+/-)	menor valor	maior valor
45,28	-9,95	80,61

De acordo com essa análise, nenhum dos dados será eliminado, obtendo-se o *background* de Pb para região conforme a tabela E.3:

Tabela E.3- Parâmetros estatísticos e valor *background* de Pb pelo método 4σ -*outlier*

Parâmetros	Valores
Média	35,33
Erro padrão	1,51
Mediana	34,27
Desvio padrão	11,32
Variância da amostra	128,15
Curtose	-0,34
Assimetria	-0,22
Intervalo	45,56
Mínimo	11,28
Máximo	56,83
Soma	1978,57
Contagem	56,00
Nível de confiança (95,0%)	3,03

APÊNDICE G – Análise de semelhança dos dados de valores de fundo por diferentes metodologias indiretas

A análise de dispersão entre os dados obtidos pela metodologia curva de frequência relativa acumulada (CFRA), representação boxplot (BP) e o método 4σ -outlier (4σ) foi realizada verificando o CV (Tabela G.1).

Tabela G.1- Análise comparativa de valores de *background* determinados por metodologia indireta (curva de frequência relativa acumulada (CFRA), representação boxplot (BP) e o método 4σ -outlier (4σ)).

	CFRA	BP	4σ	σ	CV
Pb (mg Kg⁻¹)	32,34	36,33	34,27	2	5,82
Zn (mg Kg⁻¹)	36,93	37,86	38,29	0,70	1,84
Cr (mg Kg⁻¹)	25,82	29,06	28,00	1,7	6,0
Cu (mg Kg⁻¹)	9,75	10,34	11,00	0,63	6,03
Cd (mg Kg⁻¹)	0,63	0,66	0,74	0,06	8,4
Mn (mg Kg⁻¹)	133,04	133,22	137,8	2,7	2
Fe (mg Kg⁻¹)	14633,06	18076,72	17720,87	1893,85	11,27
Ba (mg Kg⁻¹)	32,34	36,11	34,27	1,89	5,51
V (mg Kg⁻¹)	37,94	39,94	39,90	1,14	2,91
Ni (mg Kg⁻¹)	9,06	10,14	9,86	2,91	5,79

Os dados de *background* ambiental de metais obtidos para a área em estudo foram avaliados quanto à similaridade usando o teste ANOVA (Tabela G.2 e Tabela G.3).

Tabela G.2- Dados de grupo do teste ANOVA para os métodos indiretos CFRA, BP e 4 σ dos municípios de Una, Canavieiras e Belmonte.

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
Coluna 1	10	14950,91	1495,091	21310768
Coluna 2	10	18413,42	1841,342	32551350
Coluna 3	10	18161,51	1816,151	31639760

Tabela G.3 - Resultado do teste ANOVA com fator único para os métodos indiretos CFRA, BP e 4 σ dos municípios de Una, Canavieiras e Belmonte

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F
Entre grupos	745346,4	2	372673,2	0,013076
Dentro dos grupos	7,7E+08	27	28500626	--
Total	7,7E+08	29	--	--

APÊNDICE H – Matrizes de Correlação.

Tabela H.1- Matriz de Correlação dos metais para o município de Una

Elemento	P	Zn	Cr	Cu	Cd	Mn	Fe	Ba	V	Ni
Pb	1,000	0,64147	0,60949	0,70711	0,50806	0,37003	0,53775	0,93409	0,55489	0,72383
Zn	0,641	1,00000	0,96371	0,82091	0,92605	0,78970	0,93416	0,69732	0,91147	0,96027
Cr	0,609	0,96371	1,00000	0,74400	0,96933	0,83983	0,97585	0,62518	0,97478	0,96852
Cu	0,707	0,82091	0,74400	1,00000	0,66976	0,46727	0,68358	0,70666	0,69324	0,78283
Cd	0,508	0,92605	0,96933	0,66976	1,00000	0,88563	0,98732	0,54236	0,94693	0,91496
Mn	0,370	0,78970	0,83983	0,46727	0,88563	1,00000	0,86666	0,44867	0,80256	0,78075
Fe	0,537	0,93416	0,97585	0,68358	0,98732	0,86666	1,00000	0,56845	0,95394	0,94330
Ba	0,934	0,69732	0,62518	0,70666	0,54236	0,44867	0,56845	1,00000	0,53520	0,74703
V	0,554	0,91147	0,97478	0,69324	0,94693	0,80256	0,95394	0,53520	1,00000	0,92750
Ni	0,723	0,96027	0,96852	0,78283	0,91496	0,78075	0,94330	0,74703	0,92750	1,00000

Tabela H.2- Matriz de Correlação dos metais para o município de Canaveiras.

Elemento	Pb	Zn	Cr	Cu	Cd	Mn	Fe	Ba	V	Ni
Pb	1,00000	0,64147	0,60949	0,70711	0,50806	0,37003	0,53775	0,93409	0,55489	0,72383
Zn	0,64147	1,00000	0,96371	0,82091	0,92605	0,78970	0,93416	0,69732	0,91147	0,96027
Cr	0,60949	0,96371	1,00000	0,74400	0,96933	0,83983	0,97585	0,62518	0,97478	0,96852
Cu	0,70711	0,82091	0,74400	1,00000	0,66976	0,46727	0,68358	0,70666	0,69324	0,78283
Cd	0,50806	0,92605	0,96933	0,66976	1,00000	0,88563	0,98732	0,54236	0,94693	0,91496
Mn	0,37003	0,78970	0,83983	0,46727	0,88563	1,00000	0,86666	0,44867	0,80256	0,78075
Fe	0,53775	0,93416	0,97585	0,68358	0,98732	0,86666	1,00000	0,56845	0,95394	0,94330
Ba	0,93409	0,69732	0,62518	0,70666	0,54236	0,44867	0,56845	1,00000	0,53520	0,74703
V	0,55489	0,91147	0,97478	0,69324	0,94693	0,80256	0,95394	0,53520	1,00000	0,92750
Ni	0,72383	0,96027	0,96852	0,78283	0,91496	0,78075	0,94330	0,74703	0,92750	1,00000

Tabela H.3- Matriz de Correlação dos metais para o município de Belmonte.

Elemento	Pb	Zn	Cr	Cu	Cd	Mn	Fe	Ba	V	Ni
Pb	1,00000	0,64147	0,60949	0,70711	0,50806	0,37003	0,53775	0,93409	0,55489	0,72383
Zn	0,64147	1,00000	0,96371	0,82091	0,92605	0,78970	0,93416	0,69732	0,91147	0,96027
Cr	0,60949	0,96371	1,00000	0,74400	0,96933	0,83983	0,97585	0,62518	0,97478	0,96852
Cu	0,70711	0,82091	0,74400	1,00000	0,66976	0,46727	0,68358	0,70666	0,69324	0,78283
Cd	0,50806	0,92605	0,96933	0,66976	1,00000	0,88563	0,98732	0,54236	0,94693	0,91496

Mn	0,37003	0,78970	0,83983	0,46727	0,88563	1,00000	0,86666	0,44867	0,80256	0,78075
Fe	0,53775	0,93416	0,97585	0,68358	0,98732	0,86666	1,00000	0,56845	0,95394	0,94330
Ba	0,93409	0,69732	0,62518	0,70666	0,54236	0,44867	0,56845	1,00000	0,53520	0,74703
V	0,55489	0,91147	0,97478	0,69324	0,94693	0,80256	0,95394	0,53520	1,00000	0,92750
Ni	0,72383	0,96027	0,96852	0,78283	0,91496	0,78075	0,94330	0,74703	0,92750	1,00000

Tabela H.4- Matriz de Correlação dos parâmetros físico-químico e granulométricos para os todos os municípios

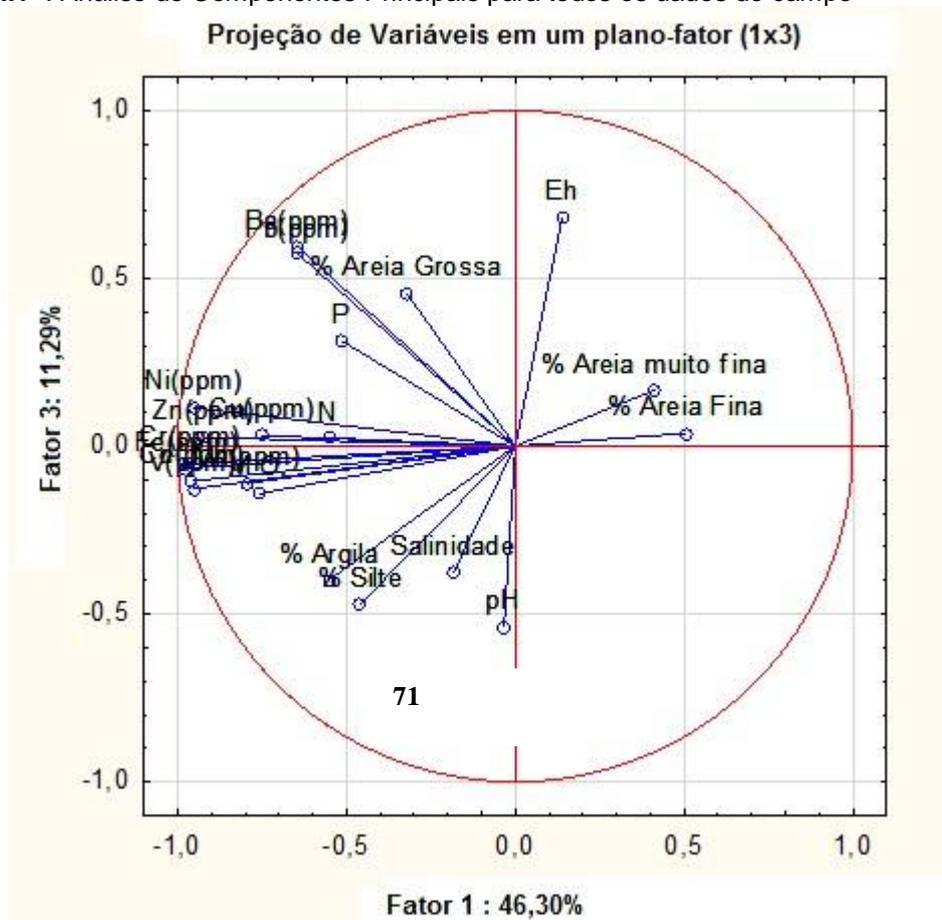
	pH	Eh	Salinidade	P	N	M.O.	% Areia Grossa	% Areia Fina	% Areia muito fina	% Silte	% Argila
pH	1,000000	-0,814302	0,366340	-0,067852	-0,236942	-0,251539	-0,107877	0,221404	0,231316	-0,205275	0,001141
Eh	-0,814302	1,000000	-0,159097	-0,097340	0,051785	0,201818	0,010933	-0,045645	-0,104291	0,107839	-0,118714
Salinidade	0,366340	-0,159097	1,000000	-0,203476	-0,256800	0,109560	-0,257244	0,171697	0,216520	-0,037072	-0,029568
P	-0,067852	-0,097340	-0,203476	1,000000	0,585458	0,414541	0,588661	-0,279763	-0,283676	0,036407	0,300022
N	-0,236942	0,051785	-0,256800	0,585458	1,000000	0,579344	0,425554	-0,444457	-0,371661	0,273398	0,287025
M.O.	-0,251539	0,201818	0,109560	0,414541	0,579344	1,000000	0,274978	-0,521330	-0,556874	0,563696	0,587261
% Areia Grossa	-0,107877	0,010933	-0,257244	0,588661	0,425554	0,274978	1,000000	-0,176576	-0,360149	-0,254296	0,046392
% Areia Fina	0,221404	-0,045645	0,171697	-0,279763	-0,444457	-0,521330	-0,176576	1,000000	0,330667	-0,640730	-0,545495
% Areia muito fina	0,231316	-0,104291	0,216520	-0,283676	-0,371661	-0,556874	-0,360149	0,330667	1,000000	-0,619297	-0,724683
% Silte	-0,205275	0,107839	-0,037072	0,036407	0,273398	0,563696	-0,254296	-0,640730	-0,619297	1,000000	0,817317
% Argila	0,001141	-0,118714	-0,029568	0,300022	0,287025	0,587261	0,046392	-0,545495	-0,724683	0,817317	1,000000

[Digite uma citação do documento ou o resumo de um ponto interessante. Você pode posicionar a caixa de texto em qualquer lugar do documento. Use a guia Ferramentas de Desenho para alterar a formatação da caixa de texto de citação.]

A análise de matriz de correlação foi realizada por município, onde verificou-se, que há correlação de todos os metais entre si, sugerindo que processos geoquímicos semelhantes controlam a distribuição desses elementos na área em estudo. Além disso, observou-se uma correlação positiva elevada entre matéria orgânica e as frações silte e argila, o que corrobora com as características de ambientes de manguezal difundidas no âmbito científico.

APÊNDICE I – Análise de Componentes Principais.

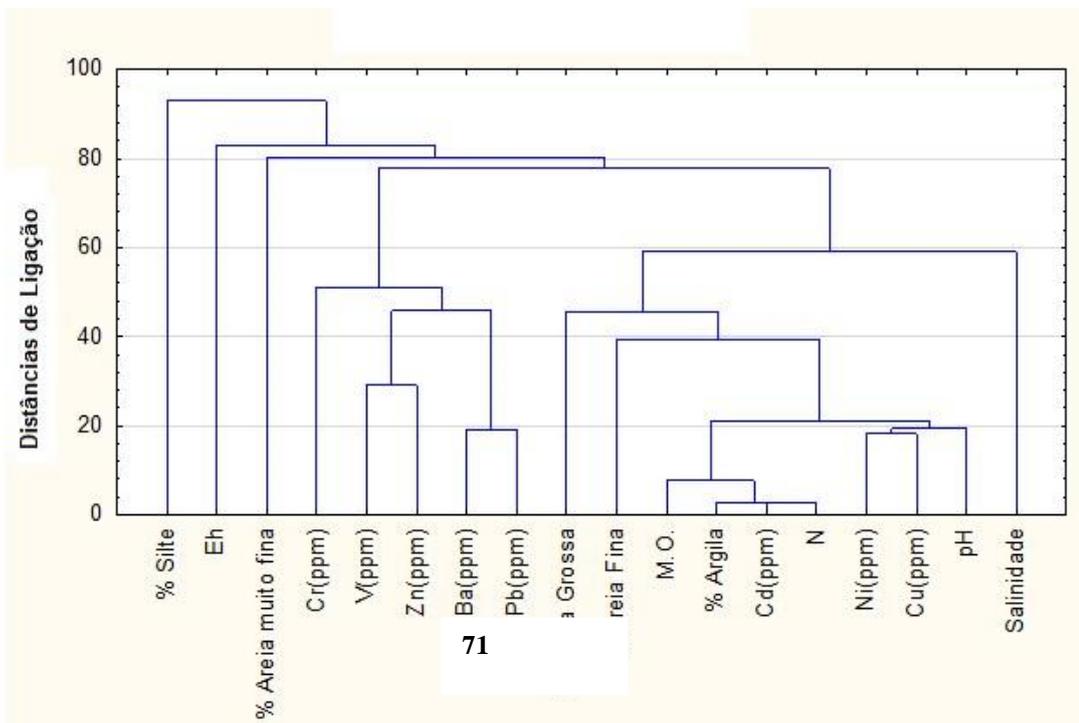
Figure I.1- . Análise de Componentes Principais para todos os dados de campo



A técnica de análise de componentes principais foi aplicada ao conjunto de dados de modo a identificar quais variáveis mantêm a maior significância original. Verificou-se que para dois fatores obteve-se representação de qualidade de mais que 50%, corroborando a indicação de que os mesmos processos geoquímicos regulam a distribuição de metais.

APÊNDICE J – Análise de Agrupamentos

Figura J.1- . Dedograma da análise de agrupamento para todos os dados, dispensado os fatores Fe, Mn, P



A Figura J.1 permite identificar dois grupos entre as 18 variáveis analisadas. Um grupo formado por Cr, V, Zn, Ba, Pb e outro formado por areia grossa, areia fina, M.O., argila, Cd, N, Ni, Cu, pH e salinidade. Apesar das semelhanças de propriedades existentes entre o Cd e o Zn (SANTOS, 2002) segundo a Figura 12, sugere-se que não são os mesmos fatores que justificam a acumulação desses metais no substrato lamoso de manguezal. O dedograma indica também que os metais Ni, Cu e Cd estão provavelmente associados a matéria orgânica e a argila mais significativamente.