

MONITORAMENTO DE POTENCIAIS IMPACTOS DO REJEITO DE MINÉRIO DE FERRO NA PRAIA E ANTEPRAIA ADJACENTES DA DESEMBOCADURA DO RIO DOCE (ANEXO 4)

1. EQUIPE TÉCNICA

Nome	Função	Instituição
Dra. Jacqueline Albino	Coordenadora do anexo Coordenadora do subprojeto Morfodinâmica Praia	DOC / UFES
Dra. Maria Tereza Weitzel Dias Carneiro Lima	Coordenadora de Subprojeto (Química)	DQUI/UFES
Dra. Karla Gonçalves da Costa	Coordenadora de Subprojeto (Bentos)	CEUNES/UFES
Dra. Vanessa Simão do Amaral	Pesquisador Pós-Doutorado Bentos	CEUNES/UFES
Dr. Dieter Muehe	Pesquisador Morfodinâmica e sedimentação de praia e antepraia	DOC/UFES
Dr. Luiz Henrique Sielski de Oliveira	Pesquisador Pós-Doutorado Morfodinâmica de Praia Modelagem e Tratamento de ondas	DOC/UFES
Dra. Geisamanda Pedrini Brandão Athayde	Pesquisador Doutor II Análise Química de Sedimento por AAS	DQUI/UFES
Doutor II	Especialista em Decapoda	USP
Doutor II	Especialista em Anfipoda	UFPE
Doutor II	Especialista em Moluscos	UFES
Doutor II	Especialista em Poliqueta	UFAL
Doutor II	Especialista em Poliquetas Intersticiais	UFPR
Doutor II	Especialista em Equinodermatas	UNICAMP
Profissional Mestre I	Pesquisador	CEUNES/UFES
Profissional Mestre I	Pesquisador	CEUNES/UFES
Profissional Mestre I	Pesquisador	CEUNES/UFES
Profissional Júnior	Pesquisador	CEUNES/UFES
Profissional Júnior	Pesquisador	CEUNES/UFES
Profissional Júnior	Pesquisador	CEUNES/UFES
Técnico de Nível Superior – MSc Maiara Krause	Geoquímica	DQUI/UFES
Técnico de Nível Superior	Pesquisador	DOC/UFES
Dr. Jefferson Rodrigues de Souza	Pesquisador Pós-Doutorado Geoquímica	DOC/UFES
Iniciação Científica	Pesquisador	DOC/UFES

Iniciação Científica	Pesquisador	DOC/UFES
Iniciação Científica	Pesquisador	DOC/UFES
Bruna Marine Damm	Pesquisador Iniciação Científica	DQUI/ UFES
Maria Eduarda Mendes Juvenato	Pesquisador Iniciação Científica	DQUI/ UFES
Iniciação Científica	Pesquisador	CEUNES/UFES
Profissional Mestre	Pesquisador	DOC/UFES

2. ESCOPO

Em 5 de novembro de 2015 o rompimento da barragem de rejeitos de minério de ferro na localidade de Mariana (MG) despejou cerca de $50 \times 10^6 \text{m}^3$ de areia e lama na zona costeira do Espírito Santo, sendo aproximadamente $16 \times 10^6 \text{m}^3$ no sistema fluvial/estuarino. O evento deslocou o volume de contaminantes ao longo de quase 700 km até à foz do Rio Doce na localidade de Regência (ES) e na plataforma continental adjacente. Em 7 de dezembro, a pluma de material em suspensão se espalhou ao longo da costa em quase 80 km, sendo 57 km para o norte e 17,5 km para o sul, além de 18 km costa-à-fora, conforme dados do IBAMA publicados no G1 na edição de dezembro de 2015.

A possibilidade de contaminação das areias das praias adjacentes levou à retirada e relocação de ninhos de tartaruga para outras praias e, ainda, à proibição de banho de mar, prejudicando as atividades econômicas e recreacionais da região costeira. Neste sentido, a segurança ao banho/balneabilidade do litoral atingido e a fauna associada ao sistema praial necessitam ser avaliadas para que respostas sejam o mais prontamente dadas à sociedade. Através de estudos e monitoramento praial de curto e longo prazo, busca-se obter respostas para as seguintes questões:

- Qual o alcance máximo dos contaminantes ao longo da costa?
- Qual seu deslocamento ao longo do tempo?
- Quais os processos morfodinâmicos envolvidos na distribuição dos contaminantes?
- Existe a possibilidade de os contaminantes atingirem a berma alta da praia e a costa e, em caso afirmativo, em que condições de energia de onda?
- Qual a resiliência do sistema praia-antepraia para neutralizar a ação dos contaminantes ao longo do tempo nos sedimentos e na fauna bentônica?

3. OBJETIVO

O objetivo geral do projeto é avaliar a balneabilidade das areias da praia ao uso recreativo e avaliar as condições ambientais dos ecossistemas, a distribuição espacial e a magnitude dos impactos e as consequências sobre as atividades ecológicas e econômicas do litoral.

4. METAS E JUSTIFICATIVAS

Meta 1 - Avaliação da morfologia e sedimentologia praial

A caracterização morfodinâmica da praia, juntamente com a caracterização do clima de ondas, permitirá avaliar a amplitude de mobilidade da praia e o alcance máximo vertical das ondas (run up) ao longo da praia e áreas de desova das tartarugas, objetivando determinar a vulnerabilidade das praias quanto à mobilidade e/ou possibilidade de contaminação nas áreas de proteção. Ainda, será possível

identificar qualquer mudança ou tendência de variação na topografia das praias em decorrência do acréscimo de finos no sistema praia/plataforma.

Meta 2 - Caracterização multidecadal do clima de ondas regional

Terá a finalidade de embasar a interpretação morfodinâmica de curto e longo prazo, assim como verificar tendências de longo prazo. As informações sobre o clima de ondas permitirão o desenvolvimento de modelos aplicados na interpretação adequada dos processos envolvidos na distribuição do material, na identificação das áreas preferenciais de deposição e, ainda, na discussão da resiliência e adaptação morfodinâmica da praia em função da incorporação da fração lamosa.

Meta 3 - Monitoramento da Fauna Bentônica

A principal característica biológica da região entremarés de uma praia arenosa é a presença de uma diversa e adaptada biota. A macrofauna de praias arenosas inclui a grande maioria dos táxons de invertebrados, sendo os principais grupos os anelídeos poliquetas, crustáceos e moluscos (MCLACHLAN & BROWN, 2006). Os organismos encontrados nesses ambientes contribuem de forma significativa para o fluxo de energia das cadeias tróficas e na reciclagem de nutrientes de fundos marinhos. A distribuição, abundância e diversidade da macrofauna de praias vêm sendo relacionada, principalmente, aos fatores físicos, destacando-se dentre estes a ação das ondas, o tamanho das partículas de sedimento e a declividade da praia (MCLACHLAN, 1983). Porém, fatores biológicos como predação, competição, disponibilidade e busca de alimento, dispersão e assentamento larval, entre outros, também atuam na estruturação da fauna bentônica (KNOX, 2000).

Para avaliar os impactos provenientes do resíduo de mineração no comportamento da fauna bentônica marinha nas praias arenosas sob possível influência da pluma de sedimento, serão analisadas a distribuição espaço-temporal da meiofauna e macrofauna bentônica. Através do monitoramento dessa comunidade, associada aos parâmetros físico-químicos do sedimento, será possível identificar como e até onde os resíduos da mineração afetaram a estrutura da fauna bentônica e qual a resiliência dessa comunidade.

Meta 4 - Monitoramento da qualidade química das areias

Caracterização química das praias através do monitoramento de elementos traço nos sedimentos e/ou água. As informações obtidas serão integradas com os dados de morfodinâmica, clima das ondas e fauna bentônica para avaliar o impacto causado a este ambiente após o acidente. As informações obtidas nos estudos de morfologia e sedimentologia serão utilizadas para avaliação da mobilidade dos contaminantes químicos.

5. PRODUTOS

5.1. DADOS BRUTOS <i>(Dados que serão entregues como produtos, segundo o TR4, contemplando tanto os coletados in situ como os processados no laboratório)</i>	PESQUISADOR RESPONSÁVEL <i>(Pessoal Vinculado)</i>
Coleção de invertebrados marinhos Base de dados da fauna bentônica Densidade de organismos Riqueza taxonômica Diversidade de organismos	Karla Costa Karla Costa Vanessa do Amaral Vanessa do Amaral Vanessa do Amaral
Cotas dos perfis topobatimétricos das praias (10 perfis)	Dieter Muehe
Para os sedimentos da praia e antepraia ao longo dos 10 perfis: Classificação granulométrica	
Teores de Carbonato	Jacqueline Albino
Teores e classificação visual de minerais pesados	Jacqueline Albino
Teores de elementos traço por ICP OES e ICP-MS	Jacqueline Albino
Teores de elementos traço por AAS	Maria Tereza Carneiro

Caracterização química e mineralógica	Geisamanda Brandão Maria Tereza Carneiro Vanessa do Amaral
---------------------------------------	--

5.2. ANÁLISE DE DADOS <i>(Relacionar as análises que serão feitas e entregues até o 15º mês de vigência do Projeto)</i>	PESQUISADOR RESPONSÁVEL <i>(Pessoal Vinculado)</i>
Análise da distribuição espacial da fauna bentônica (macro e meiofauna) na praia e antepraia das áreas adjacentes à foz do Rio Doce	Karla Costa Vanessa do Amaral
Análise das alterações meteorológicas e das condições hidrodinâmicas (forçantes)	Luiz Henrique Sielski de Oliveira
Análise espaço-temporal da variação dos sedimentos detríticos depositados (quanto à granulometria e composição) (trimestral).	Jacqueline Albino
Variação morfológica das praias/antepraias	Dieter Muehe
Discussão da variabilidade morfodinâmica das praias e do processo costeiro, considerando a integração dos dados sedimentológicos, morfológicos e hidrodinâmicos	Jacqueline Albino
Modelo de transporte de sedimentos e distribuição da energia das ondas	Luiz Henrique Sielski de Oliveira
Análise da distribuição de elementos traço, caracterização química e mineralógica ao longo das praias	Maria Tereza, Geisamanda e Jefferson Rodrigues Jacqueline Albino Karla Costa Maria Tereza
Análise e integração de dados morfodinâmicos, bentônicos e químicos e diagnóstico de contaminação das praias	Jacqueline Albino Karla Costa Maria Tereza
Análise dos resultados obtidos considerando dados pretéritos existentes	Jacqueline Albino Karla Costa Maria Tereza

6. METODOLOGIA

6.1. Estações, distribuição e sazonalidade das coletas

O monitoramento das praias adjacentes à desembocadura do rio Doce deverá ser realizado através de levantamentos de perfis topobatimétricos praias transversais à costa, com coleta de sedimentos para análises físicas, químicas e biológicas.

O levantamento dos perfis deverá ser estendido até a isóbata de 10m, onde serão obtidos, com auxílio de uma embarcação e mergulhador, dados batimétricos e de sedimentos, por meio de coleta superficial e/ou testemunhagem.

Serão estabelecidas 10 estações amostrais ao longo do litoral, conforme Tabela 1 e Figura 1. As estações ao longo da planície do rio Doce estão localizadas na área da Reserva Biológica de Comboios e, ao sul, no litoral de Aracruz, na Área de Proteção Ambiental Costa das Algas.

Tabela 1: Localização aproximada das estações amostrais do monitoramento do sistema praial. Coordenadas em UTM (fuso 24K).

ESTAÇÕES	LESTE	SUL
ARACRUZ 1 REFÚGIO	379867	7789122
ARACRUZ 2 PADRES	385064	7798663
DOCE SUL 1 BARRA DO RIACHO	389666	7808931
DOCE SUL 2 COMBOIOS	398484	7818546
DOCE SUL 3 REGÊNCIA	407417	7824461
DOCE NORTE 1: POVOAÇÃO	417864	7834350
DOCE NORTE 2: VILA DE CACIMBAS	426647	7857980
DOCE NORTE 3: PONTAL DO IPIRANGA	425785	7877396
DOCE NORTE 4: URUSSUQUARA	423027	7897769
DOCE NORTE 5: GURIRI	421309	7929528

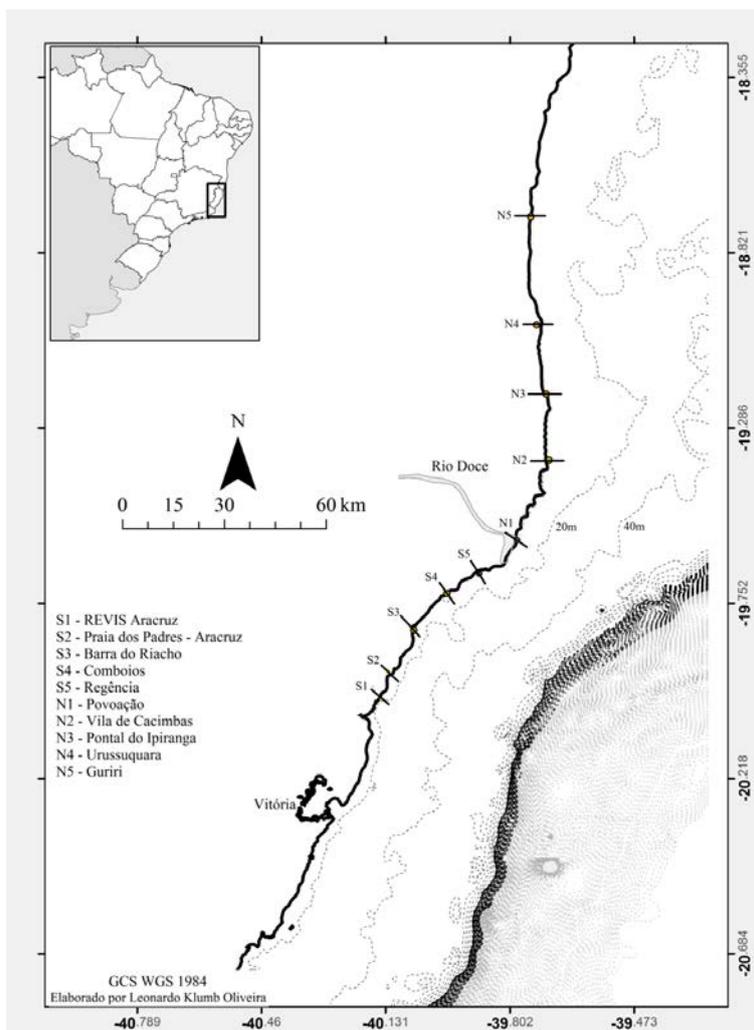


Figura 1. Representação esquemática da área de estudo, indicando as estações amostrais de coleta. Batimetria: SRTM15-Plus.

O monitoramento será realizado ao longo de 12 meses da seguinte forma:

- 4 campanhas (trimestrais) para as análises físicas e geoquímicas;
- 2 campanhas (semestrais) para a análise da comunidade bentônica, que deverão ser realizadas em maré baixa de sizígia.

Cada campanha deve representar todos os levantamentos de campo, *i.e.*, o levantamento topobatimétrico dos perfis e as coletas de sedimentos.

6.2. Análise da Morfologia e sedimentologia

6.2.1 Caracterização multidecadal do clima de ondas

Será realizada uma avaliação multidecadal do clima de ondas (60 anos) a partir das principais variáveis estatísticas, como altura significativa (h_s , (m), período de pico (T_p , (s) e direção de pico (θ°). Os dados de longo prazo serão obtidos a partir de modelos globais de ondas superficiais, como o *Global Ocean Waves* (REGUERO et al., 2012) e NOAA-WW3 (TOLMAN, 2009). Caso necessário, o comportamento do espectro de ondas será propagado para águas rasas utilizando-se modelos numéricos específicos para tal finalidade, como SMC-Brasil, Sisbahia ou Delft 3D-WAVE, com resolução de malha adequada à batimetria disponível. Os modelos serão validados a partir de comparações com dados obtidos *in situ* através de equipamentos ADCP, no âmbito do projeto.

6.2.2 Monitoramento de perfis topobatimétricos

Perfis topobatimétricos serão monitorados ao longo da costa entre as estações (UTM - WGS 1984) 379908.84/7787892.11 e 421309.00/7929528.00 e consistirão em cinco perfis ao norte e cinco ao sul da desembocadura do rio Doce.

Os perfis serão levantados a partir do limite da pós praia e se estenderão para a zona submarina até o limite da antepraia média, ou seja, até a profundidade de fechamento, em torno da isóbata de 10 m.

O levantamento dos perfis de praia será feito por meio de posicionamento espacial e altimétrico por meio de posicionamento em tempo real (GPS RTK) ou outros métodos, como nivelamento topográfico por meio de estação total, nível ou teodolito. A utilização do RTK subentende a colocação de marcos geodésicos ao longo do litoral em estudo, os quais servirão de base de correção de coordenadas X, Y, Z. Estes dados deverão ficar disponíveis para a Universidade.

O levantamento da zona submarina (antepraia) deverá ser feito por meio de embarcação apropriada à dinâmica de onda (jet ski, traineira ou lancha) com posicionamento por GPS RKT empregando ecobatimetria monofeixe de dupla frequência, para definir a profundidade e a espessura da camada de lama.

A acoplagem do perfil da praia com o da antepraia será feita empregando metodologia proposta por Muehe (2004) e consiste em transportar a cota altimétrica definida para o perfil de praia, por meio de ajuste à previsão maregráfica (MUEHE et al., 2003), por nivelamento desta cota à profundidade da posição da embarcação com a colocação de uma mira topográfica ao lado da embarcação. Isto irá permitir ajustar o registro batimétrico à altimetria do perfil de praia.

A determinação do estágio morfodinâmico praiial (SHORT & WRIGHT 1984), será utilizada como indicação de sua variabilidade topográfica, a partir de observações de altura (Hb) e período da onda (T) na arrebentação e sua comparação com a distância (Dup) e duração (Tup) do espraiamento da onda na face da praia, através da equação proposta por Muehe (1998):

$$\square = [(sen \square Dup)/Hb]/(Tup/T)$$

Dados morfológicos serão utilizados na determinação do *run up* e potencial de inundação da praia.

6.2.3 Análise Sedimentológica

Ao longo dos perfis topobatimétricos serão abertas trincheiras de aproximadamente 1m e coletados testemunhos na feição da berma, onde as areias permanecem mais tempo e a mobilidade é menor. Na feição da face praiial, as coletas serão subsuperficiais, com trincheiras de até 20cm em cada campanha. Na antepraia, um testemunhador será utilizado para coleta subsuperficial. Coletas superficiais serão realizadas utilizando-se draga tipo Van Veen. Possivelmente as coletas serão apoiadas por um mergulhador.

Os sedimentos das diferentes camadas sedimentares identificadas serão analisados quanto à granulometria e composição. Deverá ser realizada outra coleta, nos mesmos pontos, para as análises geoquímicas e outra para análises da macro e meio fauna.

As análises granulométricas deverão ser realizadas com auxílio de um granulômetro (análise a laser). As amostras dos sedimentos deverão passar por uma preparação prévia que consiste em lavagem, secagem, quarteamento e extração, e posterior quantificação, da matéria orgânica. Os parâmetros estatísticos granulométricos serão determinados a partir do proposto por Folk & Ward (1957) utilizando o programa livre GRADISTAT (BLOTT & PYE, 2001).

As análises composicionais constituirão na determinação dos teores e composição dos carbonatos, caso abundantes, e na determinação dos teores e composição dos minerais pesados. Os minerais pesados serão separados da fração leve por separação dessimétrica, de acordo com Dias (2004) e a identificação será realizada em lupas, conforme proposto por Addad (2001).

6.2.4 Integração morfodinâmica

A partir das informações morfológicas e sedimentológicas será identificado o gradiente topográfico submarino e realizada a comparação com o perfil de equilíbrio teórico. Será avaliado a distribuição e espessura da deposição de lama, caso presente, sob o substrato arenoso e sua atuação na morfodinâmica praiial.

A caracterização da morfodinâmica da praia e do clima de ondas permitirá avaliar a amplitude de mobilidade da praia e o alcance máximo vertical das ondas (*run up*) a partir de modelos como os propostos por Stockdon et al. (2006) e Sallenger et al. (2002) ao longo da praia. Esta informação auxiliará na determinação da vulnerabilidade das praias quanto a mobilidade, potencial de inundação e possibilidade de contaminação nas áreas de proteção, como a região de restinga.

O monitoramento permitirá compreender as alterações morfodinâmicas, adaptação e resiliência do sistema praiial em função da incorporação, mobilização e redistribuição da fração lamosa incorporada às praias.

6.3 Monitoramento da Fauna Bentônica

Para o monitoramento da estrutura da comunidade de invertebrados bentônicos marinhos ocorrerão duas coletas (semestrais) para amostragens de meiofauna e macrofauna nas praias do litoral norte do Espírito Santo. O objetivo do monitoramento é avaliar os impactos provenientes do resíduo de mineração no

comportamento da fauna bentônica marinha em praias arenosas sob possível influência da pluma de sedimento. Nessa região, algumas áreas já possuem dados anteriores que serão usados para fins de comparação.

6.3.1 Procedimentos de campo

Coletas semestrais serão realizadas em dez estações amostrais distribuídas ao longo do litoral norte do Espírito Santo, em diferentes faixas de praia: antepraia (infralitoral), face praial (mesolitoral) e na berma (supralitoral), sempre em maré baixa de sizígia, não ultrapassando cinco dias subsequentes de coletas. Em cada estação, serão realizados três transectos, onde serão coletadas amostras em três níveis: supralitoral, mesolitoral e infralitoral. O mesolitoral será o local que compreende a distância entre a linha da mare mais alta e o limite inferior de recuo máximo das ondas no horário previsto para a maré mais baixa de sizígia. O supralitoral encontra-se acima do mesolitoral, em direção a duna e o infralitoral é a região submersa, onde as amostras serão coletadas a uma profundidade aproximada de 1m. Será coletada uma amostra de macrofauna e uma amostra de meiofauna em cada um dos níveis de cada transecto, totalizando 9 amostras de cada componente bentônico por estação amostral (as amostras serão coletadas em triplicata em cada faixa de cada ponto).

As amostras serão tomadas com coletores cilíndricos (para a macrofauna - 15 cm de diâmetro e 20 cm de profundidade; para a meiofauna - 2 cm de diâmetro e 10 cm de profundidade). As amostras da macrofauna serão lavadas em campo em malha de 0,5 mm, acondicionadas em sacos plásticos devidamente etiquetados e fixadas em solução de formalina a 10%. Já as amostras de meiofauna serão diretamente acondicionadas em frascos plásticos em solução de formalina a 10%. Dados de salinidade e temperatura da água do mar serão registrados em campo com multiparâmetro (equipamento mais indicado para tais medições).

6.3.2 Análise das amostras e tratamento dos dados

Em laboratório, a macrofauna será triada manualmente e os organismos encontrados serão identificados até a menor categoria taxonômica possível sob microscópio estereoscópico e óptico, com auxílio de bibliografia especializada. Grupos como Mollusca, Polychaeta, Decapoda, Amphipoda, Isopoda, Tanaidacea e Echinodermatas serão enviados a especialistas para identificação. As amostras de meiofauna serão lavadas em peneira de 0,063mm. A meiofauna será extraída através de uma solução açucarada com gravidade específica de 1,14 e serão montadas lâminas semipermanentes, onde os organismos serão quantificados e identificados em grandes grupos e a nematofauna será identificada até a categoria de gênero, sob microscópio óptico.

Como descritores univariados da fauna serão utilizados os valores de riqueza (número de espécies), diversidade de Shannon-Wiener ($H' \log_2$) e densidade dos organismos mais abundantes. Para testar a significância dos descritores univariados da fauna serão aplicadas análises de variância (ANOVA). Para as estatísticas multivariadas serão utilizadas análises de ordenação (MDS), de variância permutacional (PERMANOVA) e de classificação (SIMPER) como proposto por Clarke & Ainsworth (1993), Clarke & Warwick (2001) e Anderson et al. (2008). Para a realização das análises estatísticas serão utilizados os aplicativos STATISTICA®, PRIMER®.

6.4 Monitoramento da qualidade química das areias

A praia é constituída basicamente por areia, que é um sedimento de origem mineral, cuja composição química é majoritariamente quartzo (SiO_2), podendo conter também minerais dispersos, como feldspato, entre outros. Na berma ocorre a maior parte da utilização das praias para fins de lazer por parte da população, e é, geralmente, escolhida como área de desova das tartarugas marinhas. Sendo assim, monitorar a presença de contaminantes químicos na areia das praias torna-se bastante relevante. Desta forma, o objetivo deste procedimento será avaliar a presença de elementos traço por espectrometria atômica na areia das praias e avaliar o impacto causado a este local após o acidente. A coleta será realizada conjuntamente ao estudo de morfologia e sedimentologia. Associado ao estudo de elementos traço, visando compreender se a presença dos mesmos é causada por fontes naturais ou antrópicas, será realizada a caracterização química e mineralógica.

6.4.1 Pré-Tratamento das amostras

No laboratório as amostras serão secadas a 60 °C, moídas, homogeneizadas adequadamente e peneiradas para obtenção de uma fração representativa para posterior análise química.

Fração Biodisponível: Para extração da fração biodisponível será utilizada a norma ASTM D3974-15 (ASTM, 2015), para a qual uma massa de amostra seca é pesada e transferida para um recipiente de polipropileno, onde são adicionados 100 mL de HCl 2,5% m/v. O sistema será submetido ao

agitador mecânico por 16 h a temperatura controlada de 25°C. O extrato obtido após filtração será analisado por ICP OES.

Fração Total: O procedimento de decomposição das amostras será adaptado a partir da norma EPA SW-846-3051 (U.S. EPA, 2007). Esta metodologia preconiza a digestão pseudototal de amostras de solos e sedimentos utilizando radiação micro-ondas para aquecimento e diferentes combinações de reagentes. Será utilizada uma massa de aproximadamente 0,25 g de amostra. Após a decomposição das amostras, as soluções amostrais serão filtradas e avolumadas a 25,00 mL. Essas soluções serão armazenadas em local adequado para posterior determinação dos elementos traço por espectrometria atômica.

6.4.2 Análise das amostras e tratamento dos dados

A determinação dos metais será realizada em ICP OES, modelo Optima 7000DV (PerkinElmer, USA), ICP-MS Nexlon 300D (PerkinElmer, USA) e AAS (Analytik Jena, Alemanha), utilizando as condições operacionais estabelecidas por Sousa (2015).

A caracterização química e mineralógica dos sedimentos será realizada por Difração de Raios-X, Fluorescência de Raios-X e/ou Microscopia de eletrônica de varredura acoplada a espectroscopia de energia dispersiva.

Os resultados das análises realizadas serão avaliados estatisticamente em termos de estudos de correlação e análise exploratória de dados, seguindo os princípios da Quimiometria. Aos dados será aplicado a técnica de Análise por Componentes Principais (PCA) e Análise Hierárquica de Clusters (HCA). Os dados serão tratados nos *softwares* Microsoft Excel e Matlab MINITAB, versão 16 (JURADO, 2005; WOLD, 1987).

As análises e interpretação serão realizadas a partir da integração dos dados de morfodinâmica da praia, sedimentologia das areias, geoquímica dos sedimentos e composição bentônica.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ADDAD JE. Minerais pesados: uma ferramenta para prospecção, proveniência, paleogeografia e análise ambiental. 2001.
- ANDERSON, M., GORLEY, R., CLARKE, K. PERMANOVA. For PRIMER: Guide to software and statistical methods Plymouth. United Kingdom: PRIMER-E Ltd, 2008.
- ASTM. Standard Practices for Extraction of Trace Elements from Sediments. D3974 - 09(2015). Philadelphia: American Society of Testing and Materials (ASTM).
- BLOTT, S.J.; PYE, K. GRADISTAT: A grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. Earth Surface Processes and Landforms, 2001.
- CLARKE, K. R., AINSWORTH, M. A Method of Linking multivariate community structure to environmental variables. Marine Ecology Progress Series, 92, 205-219, 1993.
- CLARKE, K. B., WARWICK, R. M. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, 2nd Edition. PRIMER-E, Plymouth, 2001.
- DIAS, J. Alveirinho. A análise sedimentar e o conhecimentos dos sistemas marinhos. Portugal: Universidade do Algarve, 2004.
- FOLK, R. L.; WARD, W. C. 1957. Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. Journal Of Sedimentary Research. 1957.
- JURADO, J. M.; ALCÁZAR, A.; PABLOS, F.; MARTÍN, M. J.; CONZÁLEZ, A. G.; Classification of aniseed drinks by means of cluster, linear discriminant analysis and soft independent modelling of class analogy based on their Zn, B, Fe, Mg, Ca, Na and Si content. Talanta 66 (2005) 1350-1354.
- KNOX, G.A. The Ecology of Seashores. CRC Press: New York, 555 pp, 2000.
- MCLACHLAN, A.; BROWN, A.C. The Ecology of Sandy Shores, 2nd Edition, Acad. Press, New York, 373 pp, 2006.
- McLACHLAN. Sandy beach ecology – a review. In. McLachlan A e Erasmus, T. (eds.). Sandy beaches as ecosystems, Junk, Den Hague, 321-380, 1983.
- MUEHE, D.; ROSO, R.; SAVI, D.C. Avaliação de método expedito de determinação do nível do mar como datum vertical para amarração de perfis de praia. Revista Brasileira de Geomorfologia, Goiânia, v. 4, n.1, p. 53-57, 2003.
- MUEHE, D.. Método de levantamento topo-batimétrico do sistema praia-antepraia. Revista Brasileira de Geomorfologia, Uberlândia, v. 5, n.1, p. 95-100, 2004
- REGUERO, B. G.; MENÉNDEZ, M.; MÉNDEZ, F. J.; MÍNGUEZ, R.; LOSADA, I. J. A Global Ocean Wave (GOW) calibrated reanalysis from 1948 onwards. Coastal Engineering, v. 65, p. 38–55, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.coastaleng.2012.03.003>>.

- SALLENGER, A. H. J.; KRABILL, W.; BROCK, J.; SWIFT, R.; MANIZADE, S.; STOCKDON, H. Sea-cliff erosion as a function of beach changes and extreme wave runup during the 1997-1998 El Niño. *Marine Geology*, v. 187, p. 279–297, 2002.
- SHORT, A. D.; WRIGHT, L. D. Physical variability of sandy beaches. In: MCLACHLAN, A.; ERASMUS, T. (Eds.) *Sandy Beaches as Ecosystems*. Junk, The Hague: 133-144. 1983.
- SOUSA, R. M. Avaliação da Contaminação das Areias de Praia do Litoral do Espírito Santo por Elementos-traço. Dissertação de Mestrado, 2015.
- STOCKDON, H. F.; HOLMAN, R. A.; HOWD, P. A.; SALLANGER, A. H. J. Empirical parameterization of setup, swash, and runup. *Coastal Engineering*, v. 53, p. 573–588, 2006.
- TOLMAN, H. L., 2009: User manual and system documentation of WAVEWATCH III version 3.14. NOAA / NWS / NCEP / MMAB Technical Note 276, 194 pp.+ Appendices.2009)
- US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – US EPA. **Method 3051a: MICROWAVE ASSISTED ACID DIGESTION OF SEDIMENTS, SLUDGES, SOILS, AND OILS**. United States, 2007
- WOLD, S.; Principal Componente Analysis. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems* 2 (1987) 37–52.