

UNIVERSIDADE CATÓLICA DO SALVADOR
Superintendência de Pesquisa e Pós-Graduação
Mestrado Profissional em Planejamento Ambiental

GUIOMAR ALEXANDRA DE SÁ SANTIAGO

**TÉCNICAS DE BIORREMEDIAÇÃO E O ENVOLVIMENTO DA COMUNIDADE DE
MATARIPE, SÃO FRANCISCO DO CONDE – BAHIA, EM PROCESSOS DE
RECUPERAÇÃO DE MANGUEZAIS IMPACTADOS POR PETRÓLEO**

SALVADOR – BA

2012

GUIOMAR ALEXANDRA DE SÁ SANTIAGO

TÉCNICAS DE BIORREMEDIAÇÃO E O ENVOLVIMENTO DA COMUNIDADE DE MATARIPE, SÃO FRANCISCO DO CONDE – BAHIA, EM PROCESSOS DE RECUPERAÇÃO DE MANGUEZAIS IMPACTADOS POR PETRÓLEO

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Planejamento Ambiental da Universidade Católica de Salvador, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre.

Orientador:

Prof. Dr. Juan Carlos Rossi Alva

Coorientador:

Ms. Jorge Eduardo Paes Santos

SALVADOR – BA

2012

UCSal. Sistema de Bibliotecas

S235 Santiago, Guiomar Alexandra de Sá.
Técnicas de biorremediação e o envolvimento da comunidade de Mataripe, São Francisco do Conde – Bahia, em processos de recuperação de manguezais impactados por petróleo / Guiomar Alexandra de Sá Santiago. – Salvador, 2014.
129 f.

Dissertação (mestrado) - Universidade Católica do Salvador.
Superintendência de Pesquisa e Pós-Graduação. Mestrado Profissional em Planejamento Ambiental.

Orientação: Prof. Dr. Juan Carlos Rossi Alva.
Coorientação: Me. Jorge Eduardo Paes Santos.

1. Baía de Todos os Santos - Plano de Contingência 2. Técnicas de Biorremediação – Comunidade 3. Bioestímulação 4. Bioaugmentação
I. Título.

CDU 504.03(813.8)

UNIVERSIDADE CATÓLICA DO SALVADOR
Superintendência de Pesquisa e Pós-Graduação
Mestrado Profissional em Planejamento Ambiental

TERMO DE APROVAÇÃO

GUIOMAR ALEXANDRA DE SÁ SANTIAGO

TÉCNICAS DE BIORREMEDIAÇÃO E O ENVOLVIMENTO DA COMUNIDADE DE MATARIPE, SÃO FRANCISCO DO CONDE – BAHIA, EM PROCESSOS DE RECUPERAÇÃO DE MANGUEZAIS IMPACTADOS POR PETRÓLEO

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Planejamento Ambiental.

Salvador, ____ de _____ de 2012

Banca Examinadora:

Juan Carlos Rossi Alva

Junia Kacenenbogen Guimarães

Joil José Celino

DEDICATÓRIA

*A meus pais e
sobretudo a Deus*

AGRADECIMENTOS

Neste momento, após ter concluído a pesquisa, muito me satisfaz olhar para trás e ver quantas pessoas conheci neste caminho, as quais me ajudaram a crescer.

À **Deus**, pelo dom da vida e por sua presença nos meus momentos mais felizes e mais difíceis.

Aos meus amados pais irmãos e irmãs pelo apoio e incentivo ao crescimento moral, intelectual e pessoal.

Ao querido professor, orientador e amigo Juan Carlos por sua imensurável ajuda e compreensão.

A Petrobras pela oportunidade e por acreditar em minha competência.

Ao meu colega e amigo Jorge Paes, que me incentivou e incentiva ao desenvolvimento acadêmico e profissional, que não hesitou em aceitar quando foi convidado a ser meu co-orientador e que mesmo com a distância, não se furtou em me ajudar nas atividades de campo.

Aos meus amigos por compreenderem minha ausência, quando concentrei minha atenção no empenho desta obra. Em especial à Maritsa que me apoiou em atividades de campo, me deu seu apoio e me incentivou a cada instante, sem me deixar esmorecer, com seu carinho.

Ao meu amigo e colega Valter José Adriano que me ofereceu seu apoio nos tratamentos estatísticos deste trabalho.

RESUMO

Este trabalho analisou as estruturas existentes na Baía de Todos os Santos para atendimento à emergências ambientais por vazamento de petróleo, analisou a aplicação das técnicas de biorremediação de manguezais impactados por hidrocarbonetos de petróleo, caso atingidos por vazamento, assim como a participação da comunidade em processos de recuperação dos manguezais e para isso analisou a percepção da comunidade de marisqueiros da comunidade de Mataripe, distrito de São Francisco do Conde - BA, quanto aos impactos existentes sobre os manguezais da região estudada. A Baía de Todos os Santos tem seu Plano de Área (plano de contingência com as estratégias de resposta a emergências ambientais) em elaboração. A análise das técnicas de biorremediação mostrou a bioestimulação e a fitorremediação como as técnicas que melhor otimiza o binômio custo-benefício. A pesquisa realizada indica que a comunidade de Mataripe – São Francisco do Conde apesar da proximidade às áreas de produção, refino e portuária existentes na região nordeste da Baía de Todos os Santos, percebe a própria comunidade como um dos fatores principais de degradação dos manguezais e mostra-se solícita a participar de atividades que melhorem a realidade e condições dos manguezais locais, como atividades de educação ambiental e de recuperação de manguezais, o que é viável e pode ser uma nova fonte de renda para as pessoas da comunidade.

Palavras-Chave: Baía de Todos os Santos, Plano de Contingência, Bioestimulação, Bioaugmentação, Biorremediação, Comunidade.

ABSTRACT

This paper analyzed the existing structures in the All Saints Bay for compliance at oil spill environmental emergencies, considered the application of bioremediation techniques of mangroves impacted by petroleum hydrocarbons, as well as community participation in mangroves recovery. It was examined the perception of shellfish community in the Mataripe, district of São Francisco do Conde - BA, related as mangroves impacts of that region. Now a day the Area Plan (contingency plan with strategies for responding to environmental emergencies) is been elaborated. The analysis of bioremediation techniques showed biostimulation and phytoremediation as techniques that best optimizes the cost-benefit ratio. The research indicates that community Mataripe - São Francisco do Conde, despite the proximity to the areas of production, and refining existing port in the northeast of Todos os Santos Bay, is the mainly factor at the mangroves degradation however, they are ready to participate in activities that turn best the local conditions and the mangroves, for example environmental education and restoration of mangroves activities, something feasible that can be a new source of income for people in the community.

Keywords: All Saints Bay Contingency Plan, biostimulation, bioaugmentation, bioremediation, Community.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Estrutura química de alguns hidrocarbonetos policíclicos aromáticos..... | 22 |
| Figura 2 – Comportamento do petróleo na coluna d’água..... | 26 |
| Figura 3 – Baía de Todos os Santos. Destaque das áreas de manguezais..... | 36 |
| Figura 4 – Fotos dos manguezais da região norte da Baía de Todos os Santos, no município de São Francisco do Conde - Bahia. | 37 |
| Figura 5 – Imagem satélite da comunidade de Mataripe, São Francisco do Conde – BA..... | 39 |
| Figura 6 – Fotos do povoado de Caípe – São Francisco do Conde - BA..... | 39 |
| Figura 7 – Fotos do momento da entrevista com a comunidade de Caípe – São Francisco do Conde - BA..... | 40 |
| Figura 8 – Mapa de localização dos CDAs na América do Sul..... | 48 |
| Figura 9 – Embarcação dedicada. Astro Ubarana..... | 49 |
| Figura 10 – Diagrama esquemático de aplicação da técnica de aeração..... | 51 |
| Figura 11 – Esquema figurativo da aplicação da aeração. | 55 |
| Figura 12 – Diagrama esquemático de aplicação da bioestimulação..... | 57 |
| Figura 13 – Diagrama esquemático de aplicação da bioaugmentação..... | 63 |
| Figura 14 – Diagrama esquemático de aplicação da fitorremediação | 68 |
| Figura 15 – Diagrama esquemático sobre as análises a serem realizadas no monitoramento..... | 72 |
| Figura 16 – Pirâmide etária da comunidade de São Francisco do Conde – BA..... | 81 |

| | |
|--|----|
| Figura 17 – Distribuição etária da comunidade de São Francisco do Conde – BA, por gêneros..... | 81 |
| Figura 18- Distribuição dos entrevistados por faixa etária e gênero..... | 82 |
| Figura 19 – Distribuição dos entrevistados quanto à sua origem..... | 83 |
| Figura 20 - Distribuição dos entrevistados quanto à sua escolaridade..... | 84 |
| Figura 21 – Distribuição dos entrevistados por tempo de atividade como marisqueiro ou catador..... | 84 |
| Figura 22 – Frequência em que os entrevistados adentram as áreas de manguezais para desenvolver suas atividades..... | 85 |
| Figura 23 – Distância entre as residências dos entrevistados e as áreas de manguezais de Mataripe, informado pelos entrevistados..... | 86 |
| Figura 24 – Foto mostrando a proximidade das casas às áreas de manguezal na comunidade do Caípe – São Francisco do Conde – BA..... | 86 |
| Figura 25 – Percepção dos entrevistados quanto ao ecossistema manguezal, associado às suas características, à fonte de recursos como sustento ou como alimento..... | 88 |
| Figura 26 – Gráfico de significância da atividade de mariscagem para os entrevistados..... | 88 |
| Figura 27 – Apresentação das palavras e número de vezes que as mesmas apareceram como respostas sobre os recursos disponíveis nos manguezais locais, pelos entrevistados..... | 89 |
| Figura 28 – Resultado da pesquisa quanto a importância do ecossistema manguezal para o entrevistado..... | 90 |
| Figura 29- Número de vezes que palavras associadas aos impactos gerados pela comunidade do entrevistado e os manguezais locais..... | 91 |

| | |
|--|-----|
| Figura 30 – Fotos de áreas de manguezais na comunidade do Caípe – São Francisco do Conde – BA apresentando impactos..... | 91 |
| Figura 31 – Alterações observadas e citadas pelos entrevistados, apresentadas em número de vezes em que foram citadas..... | 92 |
| Figura 32 – Compilação das respostas sobre a disponibilidade do entrevistado para participar de atividades de melhorias, representada em porcentagem..... | 95 |
| Figura 33 – Tópicos básicos de conhecimento de quem participe com atividades de replantio..... | 96 |
| Figura 34 – Imagens de propágulos da Laguncularia racemosa..... | 97 |
| Figura 35 - Imagens dos propágulos da Laguncularia racemosa..... | 98 |
| Figura 36 - Imagens dos propágulos da Rizophora mangle..... | 99 |
| Figura 37 – Diagrama macro das atividades de produção de mudas para comercialização..... | 99 |
| Figura 38 – Garrafas pet cortadas ao meio para serem utilizadas na montagem de mudas..... | 101 |
| Figura 39 – Montagem de mudas em torta..... | 102 |
| Figura 40 – Diferentes tipos de viveiros de mudas de mangue..... | 102 |
| Figura 41 – Atividades desenvolvidas na comunidade de Mataripe..... | 105 |

LISTAS DE QUADROS

Quadro 1 – Composição faunística dos manguezais brasileiros..... 20

Quadro 2 – Classificação dos tipos de óleos, quanto à sua densidade..... 22

Quadro 3 – ocorrências de vazamentos de petróleo no mundo no período de 1989 a 2011, com volume vazado classificados como significantes a muito grandes, ou seja, acima de 126 m³.. 24

Quadro 4 – ocorrências de vazamentos de petróleo no Brasil no período de 1989 a 2011, com volume vazado classificados como significantes a muito grandes, ou seja, acima de 126 m³.. 25

Quadro 5 – Planilha de formação de preço preliminar para aplicação de técnica de biorremediação por aplicação de aeração em área hipotética de 200m² de manguezal contaminado por petróleo.....56

Quadro 6 – Planilha de formação de preço preliminar para aplicação de técnica de biorremediação por aplicação de bioestímulo em área hipotética de 200m² de manguezal contaminado por petróleo.....62

Quadro 7 – Planilha de formação de preço preliminar para aplicação de técnica de biorremediação por aplicação de bioaumentação em área hipotética de 200m² de manguezal contaminado por petróleo.....67

Quadro 8 – Planilha de formação de preço preliminar para aplicação de técnica de biorremediação por aplicação de fitorremediação em área hipotética de 200m² de manguezal contaminado por petróleo..... 71

Quadro 9 – Planilha de formação de preço preliminar para monitoramento da área a ser recuperada.....73

Quadro 10 – Matriz com critério para avaliação e comparação das técnicas de biorremediação em manguezais impactados por petróleo e seus derivados..... 77

Quadro 11 – Matriz de avaliação e comparação das técnicas de biorremediação em manguezais impactados por petróleo e seus derivados..... 78

Quadro 12 – Quantidade de respostas dadas sobre atividades que poderiam ser realizadas em relação aos prejuízos observados nos manguezais. Respostas obtidas na pergunta 2 do Bloco 4, representado em unidades..... 93

Quadro 13 – Vantagens e desvantagens da localização de instalação do viveiro de mudas vegetais.....103

Quadro 14 – Planilha de formação de preço preliminar para participação da comunidade em atividades de recuperação de manguezais..... 104

LISTA DE SIGLAS

| | |
|---------------------|---|
| ANP | - Agência Nacional de Petróleo |
| APA | - Áreas de PROTEÇÃO ambiental |
| BTS | - Baía de Todos os Santos |
| CDA | - Centro de Defesa Ambiental |
| CENPOL | - Centro de Combate à Poluição por Óleo |
| CETESB | - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental |
| CODEBA | - Companhia das Docas do Estado da Bahia |
| CONAMA | - Conselho Nacional de Meio Ambiente |
| COPPE | - Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós –Graduação e Pesquisa de Engenharia |
| CRE | - Centro de Resposta a Emergências |
| ETDI | - Estação de Tratamento de Despejos Industriais |
| HAB/KM ² | - Habitante por Quilômetro Quadrado |
| HPA | - Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos |
| HTP | - Hidrocarbonetos Totais De Petróleo |
| IBGE | - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| IBP | - Instituto Brasileiro de Petróleo |
| ICS | - Incident Command System |
| IMO | - International Maritimer Organization |
| MMA | - Ministério de Meio Ambiente |
| NPK | - Nitrogênio, Fósforo e Potássio |
| pH | - Potencial de Hidrgênio |
| PNC | - Plano Nacional de Contingência |
| PVC | - Polyvinyl Chloride (Policloreto de Polivinila) |
| RLAM | - Refinaria Landulpho Alves - Mataripe |
| SISNOLEO | - Sistema de Informações sobre Incidentes de Poluição por Óleo nas Águas Jurisdicionais Brasileiras |
| SCR | - Sistema de Comando de Resposta |
| SEIA | - Sistema Estadual de Informações de Meio Ambiente e Recursos Hídricos |

- SQA - Secretaria de Qualidade Ambiental
- UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro
- UFC - Unidade Formadora de Colônias
- UV - Ultravioleta

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| Capítulo 1 - Introdução | 15 |
| 1.2. Objetivos | 16 |
| 1.2.1. Objetivo Geral | 16 |
| 1.2.2. Objetivo Específico | 17 |
| | |
| Capítulo 2 - Revisão Bibliográfica | 18 |
| 2.1. Os Manguezais da Baía de Todos os Santos | 18 |
| 2.1.1. Os Aspectos Sociais, Culturais e Legais Associados aos Manguezais..... | 20 |
| 2.1.2. Os Manguezais da Baía de Todos os Santos | 21 |
| 2.2. O Petróleo | 21 |
| 2.2.1. O vazamento de petróleo | 23 |
| 2.2.2. Gestão ambiental e Aspectos Legais..... | 27 |
| 2.3. Plano de contingência | 29 |
| 2.3.1. Processos de contenção em caso de vazamentos de óleo | 29 |
| 2.3.2. Processos de limpeza de ambientes costeiros | 30 |
| 2.4. Biorremediação..... | 31 |
| | |
| Capítulo 3 - Materiais e Métodos | 35 |
| 3.1. Área de Estudo..... | 35 |
| 3.2. Metodologia | 37 |
| | |
| 4. Capítulo 4 – Plano de Contingência da Baía de Todos os Santos..... | 41 |
| 4.1. O Plano de Contingência | 41 |
| 4.2. A região nordeste da BTS..... | 42 |
| 4.2.1. A Área de Proteção Ambiental Baía de Todos os Santos | 42 |
| 4.2.2 Plano de contingência para a Baía de Todos os Santos | 45 |
| 4.2.2.1. Estrutura PETROBRAS para atender emergências na BTS..... | 46 |
| | |
| Capítulo 5 - Avaliação de Eficiência e Eficácia das Técnicas de Biorremediação em manguezais impactados por petróleo e derivados | 50 |
| 5.1. Biorremediação por Aplicação de Aeração | 50 |
| 5.2. Biorremediação por Bioestímulo ou Bioestimulação | 57 |

| | |
|---|-----|
| 5.3. Biorremediação por Bioaumento ou Bioaugmentação | 62 |
| 5.4. Biorremediação por Fitorremediação | 68 |
| 5.5. Monitoramento..... | 72 |
| 5.6. Avaliação das Técnicas de Biorremediação..... | 74 |
| | |
| Capítulo 6. A Avaliação da Percepção Ambiental das Comunidades de Mataripe- Distrito de São Francisco do Conde - BA | 80 |
| 6.1. Condições sócio-demográficas | 80 |
| 6.1.1. Características populacionais..... | 80 |
| 6.1.2. Escolaridade..... | 83 |
| 6.2. Uso e ocupação dos manguezais de Mataripe | 84 |
| 6.3. A percepção da comunidade sobre o manguezal | 87 |
| 6.4. A percepção sobre os impactos ambientais dos manguezais locais | 90 |
| | |
| Capítulo 7. Envolvimento da Comunidade em Atividades de Recuperação de Manguezais | 95 |
| 7.1. A participação da comunidade em processos de remediação dos manguezais..... | 95 |
| 7.1.1 As espécies vegetais típicas de manguezais da região Nordeste da Baía de Todos os Santos | 99 |
| 7.2. A preparação das mudas de espécies de manguezais | 90 |
| 7.2.1. Coleta de propágulos | 100 |
| 7.2.2. Escolha dos propágulos | 100 |
| 7.2.3. Montagem das mudas..... | 101 |
| 7.2.4. Viveiro ou casa de vegetação..... | 102 |
| 7.3. A Comunidade de Mataripe – São Francisco do Conde..... | 104 |
| | |
| Capítulo 8. Considerações Finais | 106 |
| | |
| Referências | 108 |
| | |
| Apêndice I – Modelo do questionário passado para a comunidade de marisqueiros e catadores de Caípe de Baixo – São Francisco do Conde | |

Apêndice II – Planilhas com Compilação dos Resultados das Entrevistas com as comunidades de marisqueiros e catadores de Caípe de Baixo – São Francisco do Conde

1 INTRODUÇÃO

O ecossistema manguezal, fonte geradora de muitos dos recursos marinhos, está entre os principais responsáveis pela manutenção de parte das atividades pesqueiras das regiões tropicais, pelo fornecimento abundante de recursos alimentares, desempenham funções econômicas além das ecológicas (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995), culturais e religiosas, o que ocorre quando proporcionam surgimento de tradições, crenças, usos e costumes.

A Baía de Todos os Santos (BTS), a segunda maior baía navegável do país e considerada como uma das maiores do mundo possui suas margens cobertas por esse ecossistema e na sua região nordeste encontra-se um pólo petroquímico, com a existência de poços de exploração de petróleo, unidade de refino, e transporte de petróleo assim como seus derivados (Saraiva, 2008)

O petróleo e seus derivados são os produtos químicos utilizados em maior quantidade em todo o mundo e por conta da indústria e transporte desse bem existe a possibilidade de problemas associados à contaminação de ambientes costeiros. (SZKLO, 2005). Derramamentos de óleo e seus derivados em manguezais podem provocar efeitos tanto agudos, que se manifestam em curto prazo, como crônicos, que provocam impactos observáveis em períodos mais longos (CANAL CIÊNCIA, 2007). A contaminação desses ecossistemas por derrames acidentais de petróleo ou derivados podem afetar gravemente o funcionamento do ecossistema, visto que quando atinge o sedimento proporciona o aumento da camada anóxica do sedimento, cobre os caules e raízes da vegetação local e pode afetar a comunidade faunística local, além de animais que usam o ecossistema como apoio como é o caso de aves marinhas e alguns mamíferos de pequeno porte (HOFF *et al.*, 2010).

Inafuku & Helal (2011) levantaram os principais vazamentos de petróleo e derivados ocorridos no Brasil e com volume derramado acima de 392m³. O levantamento mostra que os acidentes de maior proporção foram os ocorridos em 1975 na Baía de Guanabara – RJ, com um volume aproximado de 7.300m³, pelo cargueiro fretado pela PETROBRAS, seguido pelo ocorrido em 2000 em Auracária-PR quando vazou em torno de 4.000m³ de petróleo através de rompimento de tubulação da refinaria da PETROBRAS.

Devido ao complexo sistema envolto nesta problematização, com aspectos de ordem ambiental, social, geoeconômico e político-institucional, pergunta-se: *A APA Baía de Todos os Santos está preparada para solucionar ou reduzir riscos pela presença de hidrocarbonetos de petróleo sobre os ecossistemas? Quais técnicas de biorremediação são consideradas economicamente mais viáveis? É possível o envolvimento da comunidade nas atividades de biorremediação em manguezais contaminados por hidrocarbonetos de petróleo?*

Essa dissertação levanta as condições dos planos de contingência da Baía de Todos os Santos, faz uma avaliação das técnicas de biorremediação em manguezais, com base em dados secundários, e avalia a percepção da comunidade sobre a importância e qualidade ambiental de manguezais locais, e analisa a possibilidade da participação da comunidade em atividade de biorremediação.

Faz-se necessário, dessa forma, a execução de ações que visem a prevenção, a minimização de impactos, a limpeza e recolhimento dos contaminantes através de planos de respostas à emergência, identificação das possíveis técnicas a serem usadas em cada caso de recuperação de áreas de manguezais contaminadas, buscando a otimização de tempo e custos na execução de atividades de recuperação, e quando possível envolvendo a comunidade local.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar as técnicas de biorremediação de manguezais contaminados por petróleo, inclusive com a possibilidade de envolvimento da comunidade de Mataripe, município de São Francisco do Conde - BA, nos processos de biorremediação desses ecossistemas.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Levantar os planos de contingência existentes na Baía de Todos os Santos;
- Avaliar a relação existente entre resultados, custos, benefício e possibilidade de uso das técnicas de biorremediação de manguezais;
- Analisar a percepção da comunidade de marisqueiros de São Francisco do Conde sobre os manguezais e seus impactos;
- Identificar as possibilidades da comunidade de São Francisco do Conde participar das atividades de biorremediação em manguezais contaminados por petróleo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 OS MANGUEZAIS

No Brasil, os manguezais são distribuídos ao longo de 6.800km de costa, desde o rio Oiapoque (Amapá) até a Praia do Sonho em Santa Catarina, ocupando aproximadamente 1,3 milhões de hectares.

Os manguezais geralmente se formam em regiões onde ocorre encontro de rios com o mar. São ecossistemas altamente produtivos devido ao acúmulo de substâncias alóctones, e à queda e degradação de folhas. Esta alta produção de matéria orgânica é fundamental nos processos de reciclagem de nutrientes, que influencia a rica cadeia alimentar presente nestes ecossistemas. Mesmo assim, a maior parte dos nutrientes não é aproveitada, sendo carregada para o mar e outros sistemas (HOFF *et al.*, 2010).

Pereira Filho & Alves *apud* Alves (2001) destacam que os manguezais desempenham importantes funções ecológicas como proteção de linha de costa, retenção de sedimentos carregados pelos rios, depuração da matéria orgânica e inertização de partículas de contaminantes, concentração de nutrientes oriundos dos rios e do mar, e renovação da biomassa costeira com a reprodução e desenvolvimento de jovens de várias espécies.

Existem quatro fatores que são fundamentais no processo de fixação dos manguezais: a variação do nível médio do mar, que por ser um processo lento permite a adaptação do ecossistema às mudanças ocorridas; o substrato acumulado nas superfícies inundadas pelas marés, devido à formação de sedimento fino composto basicamente por silte, argila e matéria orgânica; a própria maré, por servir de transporte para sedimento, propágulos e animais; e o aporte de água doce que o manguezal recebe que favorece a diluição da salinidade (ALVES, 2001; SCHAEFFER-NOVELLI, 1995)

Segundo Vannucci (2002) existe um pequeno número de espécies exclusivas dos manguezais e de espécies associadas, que podem ocorrer em outras formações litorâneas. As principais árvores são das famílias Rhizophoraceae (*Rhizophora*

mangle L.), que possui grandes caules-escoras para permitir uma melhor fixação, as Avicenniaceae (*Avicennia schaueriana* e *Avicennia germinans* L.), com raízes aéreas, que propiciam à planta uma melhor oxigenação, e a Combretaceae (*Laguncularia racemosa* R.). Ocorrem também bromélias, líquens e grande quantidade de algas, além de plantas de ambientes terrestres, como o caso de aroeira vermelha. Algumas destas plantas têm mecanismos fisiológicos especiais para eliminar o excesso de sais que absorvem da água salobra (ZYSMAN, 1989 in PETROBRAS/UFRJ, 2006).

Fernandes (2003) complementa dizendo que os gradientes de sucessão vegetal são resultados do produto da interação de processos geobotânicos, e observa que a *R. mangle* e a *L. racemosa* desenvolvem-se em áreas onde o sedimento é mais lamoso, enquanto a *Avicennia* ssp. é encontrada em regiões mais altas topograficamente, onde a textura do sedimento é mais grosseira, com maior grau de compactação, mais espessa a zona de oxidação e menor frequência e tempo de inundação das marés.

Devido a um aspecto vegetal bastante característico, este ecossistema possui uma grande variedade de nichos ecológicos, o que resulta numa fauna diversificada com representantes dos grupos dos anelídeos, aracnídeos, insetos, anfíbios, répteis, mamíferos, peixes, aves, moluscos e crustáceos, dentre os quais os quatro últimos são os principais grupos dos manguezais brasileiros (**Quadro 1**) (VANNUCCI, 2002). Poucos, porém, são os organismos característicos deste ambiente, pois a maior parte de sua fauna é composta por animais marinhos que ali passam apenas uma fase de sua vida, ocupando o ambiente em três dimensões: [1] ocupação da superfície do solo até a copa das árvores, [2] migrando com o fluxo da maré e [3] escavando e ocupando o substrato. (SCHAEFFER-NOVELLI & CINTRON, 1986; ALVES, 2001). Dentre os organismos característicos dos manguezais podemos citar alguns moluscos bivalves (ex. ostras), gastrópodes, e alguns crustáceos, tais como caranguejos e camarões.

Quadro 1 – Composição faunística dos manguezais brasileiros. (Fonte: VANNUCCI, 2002)

| Grupos principais | Nº famílias | Nº espécies |
|-------------------|-------------|-------------|
| Aves | 35 | 86 |
| Crustáceos | 16 | 59 |
| Moluscos | 16 | 33 |
| Peixes | 60 | 185 |
| TOTAL | 127 | 363 |

2.1.1 Os aspectos sociais, culturais e legais associados aos manguezais

Desde a antiguidade o homem se relaciona com os manguezais para adquirir alimento (caranguejos uca, guaiamum, siri azul, camarão rosa, sururu, ostras e peixes), remédios (folhas e cascas dos mangues vermelhos, branco e siriba), artefatos de pesca, construção de moradias e tinturas para tecidos e corpo (aroeira vermelha e o mangue vermelho) (ALVES, 2001).

A forte relação homem/manguezal proporcionou cultura peculiar representada por tradições e crenças, passadas verbalmente entre as gerações, sobre visagens de formas humanas e místicas de animais e homens, como o Boitatá, o Capitão do Mangue, o Touro Encantado, Vovó do Mangue, entidade que protegem o manguezal, mas que se vingam também, que podem fazer com que as pessoas se percam dentro da floresta (VERGARA FILHO & VILLAS BOAS in ALVES, 2001).

Ainda assim hoje se percebe a falta de informação sobre a importância dos manguezais, e o conceito de que esses ambientes estão associados a lugares sujos, com proliferação de mosquitos, forte odor de putrefação e propícios ao depósito de lixo e esgotos (ALVES, 2001). Lana (2004) lista como impactos sobre esse ecossistema os desmatamentos para expansão urbana, poluição por esgotos ou lixo sólido; desmatamento para expansão industrial; especulação imobiliária associada ao desenvolvimento turístico; contaminação de petróleo, seus derivados e fertilizantes, além de contaminação por metais pesados.

2.1.2 Os manguezais da Baía de Todos os Santos

Na Bahia estima-se que os manguezais se distribuam numa faixa de 932 km de extensão, ocupando uma área de aproximadamente 110.000ha (VANNUCCI, 2002).

Segundo Gonçalves (2010) os manguezais da região Norte da Baía de Todos os Santos não ultrapassam 9 metros de altura, situação diferente da região sul da Bahia aonde os manguezais chegam a 20 m de altura.

2.2 O PETRÓLEO

O petróleo é substância oleosa, inflamável, menos densa que a água, com cor variando entre preto e castanho-claro (SZKLO, 2005). Também conhecido, segundo Neiva (1986), como betume, azeite, asfalto, bréia ou piche.

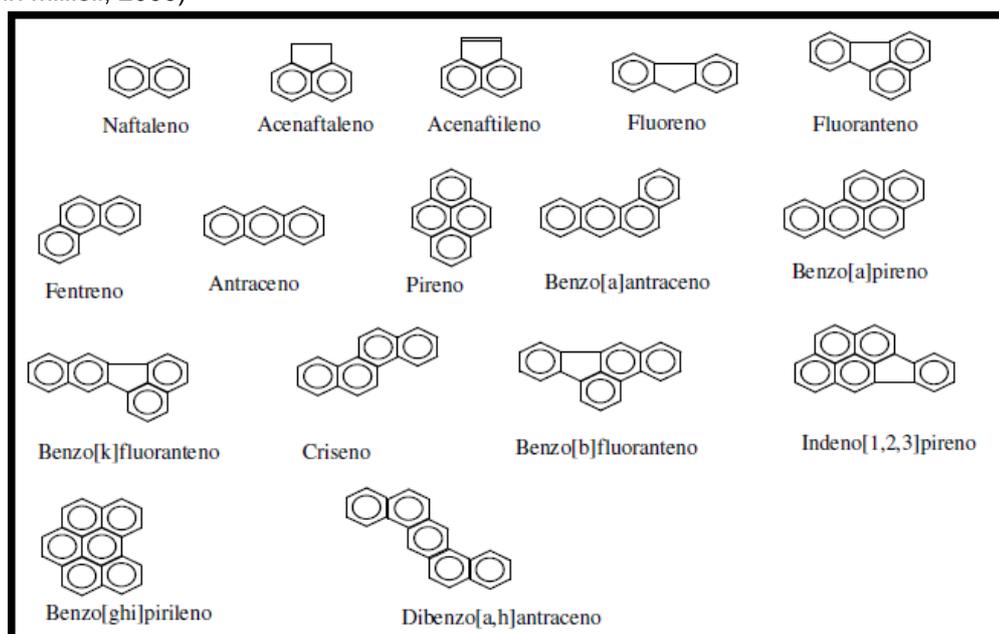
É derivado de matéria orgânica originada de restos de plantas e animais que após sedimentarem em lamas argilosas, são submetidos a transformações por atividades bacterianas, onde o produto resultante dessas atividades é submetido à alta pressão e temperatura de até 150°C em sítios catalíticos, em presença de água e ácido sulfúrico, enxofre e outros compostos inorgânicos, acumulando-se em reservatórios e poços (CETESB, 2012).

O petróleo, em geral, é composto por enxofre, nitrogênio, hidrogênio, oxigênio, carbono, metais e outros elementos. Os principais componentes são hidrocarbonetos que variam da simples molécula, como o metano, a moléculas com alto peso molecular (SZKLO, 2005).

Os hidrocarbonetos aromáticos, elementos encontrados no petróleo, são moléculas hidrofóbicas que apresentam baixa solubilidade em água, o que contribui para sua persistência no meio ambiente (FENIMAN *et al.*, 2006). Um grupo especial dentro dos aromáticos são os Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos – HPAs (**Figura 1**), que são especialmente tóxicos e potencialmente carcinogênicos ao homem e aos organismos marinhos (GESAMP, 1991 apud ROSA, 2006).

Os derivados do petróleo têm características físico-químicas que dependem de sua origem e de vários processos de refino. Na Bahia os principais produtos refinados são propano, propeno, gás de cozinha, gasolina, nafta, querosene, querosene de aviação, parafinas, óleos combustíveis e asfaltos (PETROBRAS, 2012).

Figura 1 – Estrutura química de alguns hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (Fonte: Glaser & Porter *in* Millioli, 2009)



Os derivados podem ser classificados em **Não Persistentes** – quando tendem a desaparecer rapidamente da superfície do mar, como é o caso de gasolina, nafta, querosene e óleos leves; ou **Persistentes** – quando dissipam mais lentamente como é o caso de óleos crus (**Quadro 2**) (CETESB, 2012).

Quadro 2 – Classificação dos tipos de óleos, quanto à sua densidade (Fonte: ITOPIF *in* CETESB, 2012 – adaptação)

| Grupo | Densidade | Classificação | Meia Vida | Persistência |
|-------|------------|---------------|-----------|--------------|
| I | < 0,8 | Leve | ~24 h | 1 - 2 dias |
| II | 0,80 ~0,85 | Leve | ~48 h | 3 - 4 dias |
| III | 0,85 ~0,95 | Pesado | ~72 h | 5 - 72 dias |
| IV | >0,95 | Pesado | ~168 h | > 7 dias |

2.2.1 O vazamento de petróleo

Os vazamentos podem ocorrer por acidentes em unidades móveis (plataforma de exploração e produção) ou navios. Segundo Inafuku & Helal (2011) o maior número de acidentes relacionados com plataformas está na fase de perfuração (51%), acompanhada pela fase de transferências (18%).

Os acidentes podem ser classificados, segundo Inafuku & Helal (2011), quanto a severidade em: **danos ambientais, danos ao homem e dano ao patrimônio.**

Quanto à dimensão, pode-se classificar o vazamento em:

- a) **Pequeno** – vazamento de 0 a 9 toneladas (0 – 11m³)
- b) **Moderado** – vazamentos de 10 a 100 toneladas (12 – 125m³)
- c) **Significante** - vazamento de 101 a 1000 toneladas (126 – 1.250m³)
- d) **Grande** - vazamento de 1.001 a 10.000 toneladas (1.251 – 12.500m³)
- e) **Muito Grande** - vazamento > 10.000 toneladas (>12.000m³)

Os grandes acidentes de vazamento de petróleo registrados estão associados a embarcações ou plataformas (**Quadro 3 e 4**).

Derramamentos de óleo e seus derivados em manguezais podem provocar efeitos agudos, que se manifestam em curto prazo, ou crônicos, que provocam impactos observáveis em períodos mais longos (CANAL CIÊNCIA, 2007).

Quando ocorre um vazamento no mar, o óleo derramado espalha-se formando uma camada fina e homogênea, semelhante a um mouse de chocolate, que sofre espalhamento, oxidação, emulsificação, sedimentação entre outros processos (**Figura 2**). Esta camada pode ser degradada por fatores físicos, químicos e biológicos (CRAPEZ *et al.*, 2002).

Não foram encontrados registros de acidentes dessa magnitude na Baía de Todos os Santos. Os dois maiores acidentes registrados na BTS foram o derramamento de 48 mil litros (0,05 m³) de petróleo em 1992 e 2.5 mil litros (2,5 m³) de resíduo oleoso em 2009 (HATJE *et al.*, 2009).

Quadro 3 – Ocorrências de vazamentos de petróleo no mundo no período de 1989 a 2011, com volume vazado classificados como significantes a muito grandes, ou seja, acima de 126 m³ (Fontes: BP Annual Report and Form 20F- 2011; Inafuku & Helal, 2011; CETESB, 2012).

| OCORRÊNCIAS NO MUNDO | | | | |
|-----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---|------------|
| Unidade responsável | Local | Volume vazado (m³) | Causa | Ano |
| Petroleiro Amoco Cádiz | Costa da Bretanha (França) | 270.000 | Navio se partiu ao meio após encalhar em recifes | 1978 |
| Poço exploratório Ixtoc 1 | Baía de Campeche (México) | 550.000 | <i>Blowout</i> seguido de incêndio | 1979 |
| Petroleiro Atlantic Express | Tobago (Caribe) | 340.000 | Colisão do petroleiro | 1979 |
| Poços de petróleo do Kuwait | Plataforma de Nowruz | 310.000 | Afundamento da plataforma | 1983 |
| Poços de petróleo do Kuwait | Golfo Persico (Oriente Médio) | 1.600.000 | Governo iraquiano abriu válvulas para dificultar desembarque durante a Guerra do Golfo) | 1991 |
| Oleoduto | Republica Autonoma dos Komi (Rússia) | 360.000 | - | 1994 |
| British Petroleum | Golfo do México (EUA) | 780.000 | Blowout seguido de explosão e afundamento da plataforma | 2010 |

Quadro 4 – Ocorrências de vazamentos de petróleo no Brasil no período de 1989 a 2011, com volume vazado classificados como significantes a muito grandes, ou seja, acima de 126 m³ (Fontes: BP Annual Report and Form 20F- 2011; Inafuku & Helal, 2011; CETESB, 2012).

| OCORRÊNCIAS NO BRASIL | | | | |
|-------------------------------|------------------------------|---------|-----------------------------|------|
| Petroleiro Sinclair Petrolore | Costa do Espírito Santo (ES) | 66.530 | Explosão do navio | 1960 |
| Petroleiro Takimya Maru | Canal de São Sebastião (SP) | 6.000 | Colisão do navio com rocha | 1974 |
| Petroleiro Tarik Ibn Ziyad | Baía de Guanabara | 6.000 | Colisão do navio com rochas | 1975 |
| Chevron | Bacia de Campos (Brasil) | 381.600 | Fissura a linha | 2011 |

Não foi encontrado registro de vazamento caracterizado como significantes a muito grande na Baía de Todos os Santos.

Segundo Ferrão (2005) alguns dos processos mais importantes que têm influência sobre os hidrocarbonetos no solo são sorções, volatilização, transformação abiótica (química ou fotoquímica) e biotransformação. PETROBRAS/UFRJ (2006) destaca que a sorção e a volatilização não destroem os contaminantes, mas apenas os concentram ou transferem para outro meio.

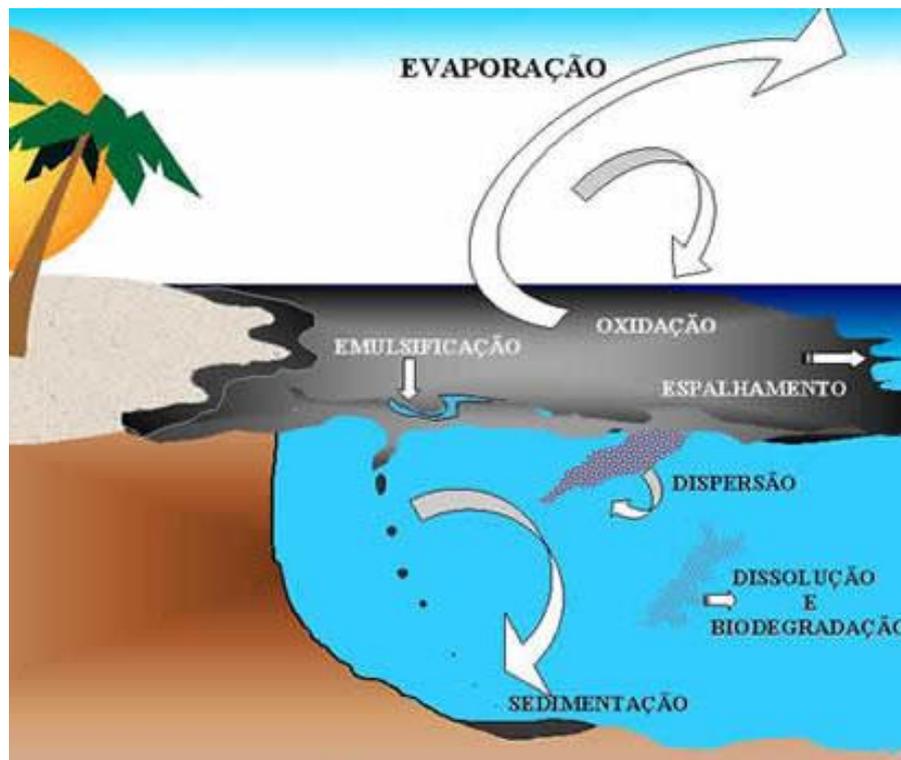
As transformações abióticas químicas, segundo Ferrão (2005) são os processos que mais interferem sobre contaminantes orgânicos e são geralmente lentos. Porém, é conhecido que existem bactérias capazes de realizar a biotransformação de vários contaminantes, possibilitando a biorremediação de solos impactados com óleo (PETROBRAS/UFRJ, 2006).

A partir de alguns incidentes de vazamento de petróleo, como o de Mocondo no Golfo do México, lições foram identificadas pelo Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis (IBP, 2012), como algumas destacadas:

- O planejamento, preparação e resposta a emergências devem ser sempre revisados;

- Deve ser promovido alinhamento entre planos de contingências visando assegurar padrões mínimos a ser realizados;
- Priorizar planos estratégicos para atendimento a emergências em áreas ambientalmente sensíveis;
- Rever conceitos de Sistema de Comando de Respostas (SCR), conhecido internacionalmente como *Incident Command System (ICS)*;
- Orientar ações e medidas em relação a treinamentos que garantam a capacidade adequada de profissionais aptos a desempenharem as funções na condução de resposta a vazamentos.

Figura 2 – Comportamento do petróleo na coluna d'água (fonte: FERRÃO, 2005)



2.2.2 Gestão Ambiental e Aspectos Legais

Segundo LIMA (2012) foi elaborado um estudo pela COPPE/UFRJ em parceria com a Secretária de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos do Ministério do Meio Ambiente (MMA/SQA), entre 2004 e 2006, o qual envolveu as seguintes atividades:

- Concepção do Sistema de Informações sobre Incidentes de Poluição por Óleo nas Águas Jurisdicionais Brasileiras (SISNOLEO);
- Proposta de compatibilização e de inclusão no Sistema das cartas existentes de sensibilidade ambiental ao óleo;
- Elaboração de procedimento para recebimento e repasse de comunicação de incidente de derramamento de óleo por meio do SISNOLEO;
- Concepção e elaboração do Manual do PNC; e
- Apoio ao MMA na revisão do PNC e capacitação dos Órgãos Ambientais.

O Brasil possui uma legislação vasta relacionada com a poluição marinha, como:

- Decreto Federal nº 83.540 de 04/06/1979 – Regulamenta a aplicação da Convenção Internacional sobre a Responsabilidade Civil de Danos Causados por Poluição por Óleo, que responsabiliza o proprietário de um navio que transporta óleo a granel como carga pelos danos causados pelo óleo no território nacional, incluindo o mar territorial;
- Lei Federal nº 6.938, de 31/08/1981 – Dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação de aplicação. Estabelece no seu Art. 14 que a responsabilidade civil por danos por poluição e prevê penalidades para os agentes poluidores, obrigando-os a indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros afetados;
- Lei Federal nº 7.347 de 24/07/1985 – Institui a Ação Civil Pública de Responsabilidade por Danos Causados ao Meio Ambiente, ao Consumidor, a

Bens e Direito de Valor Artístico, Estético, Histórico e Paisagístico, objetivando responsabilizar e obrigar o poluidor a reparar o dano gerado;

- Lei Federal nº 7.661 de 16/05/1988 – Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, onde determina que os estados federativos deverão criar por vias legais um Sistema de Gerenciamento Costeiro, normalizar o uso da zona costeira e definir sua área de atuação marítima;
- Lei Federal nº 9.478 de 06/0/1997 – Cria a Agência Nacional de Petróleo (ANP), que tem como uma das suas atribuições é fazer cumprir as boas práticas de conservação e usos racionais do petróleo, do gás e de preservação do meio ambiente;
- Lei Federal nº 9.605 de 12/02/1998 – Lei de Crimes Ambientais – dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, onde descreve a responsabilização de pessoas jurídicas e físicas, autoras e co-autoras da infração, assim como a suspensão da punição com a comprovação da recuperação do dano ambiental;
- Lei Federal nº 9.966 de 28/04/2000 – Lei do óleo e de substâncias nocivas – Estabelece princípios básicos para a movimentação de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em portos, instalações portuárias, plataformas e navios em águas sob jurisdição nacional, onde menciona em seus Arts. 7º e 8º que esses estabelecimentos deverão dispor de planos de emergência individuais para o combate à poluição por óleo e substâncias nocivas e perigosas. Esses planos segundo essa mesma lei, devem ser submetidos a aprovação do órgão ambiental competente, na forma de planos de contingência locais e regionais em articulação com os órgãos de defesa civil. Essa mesma lei em seu parágrafo único estabelece que o órgão federal de meio ambiente, consolidará os planos de contingência locais e regionais na forma de Plano Nacional de Contingência, em articulação com os órgãos de defesa civil.
- Resolução CONAMA nº 293 de 12/12/2001 – Plano de Emergência Individual – orienta sobre o conteúdo mínimo de um Plano de Emergência Individual para incidentes de poluição por óleo;

- Decreto Federal nº 4.871 de 06/11/2003 – Planos de Áreas para combate à poluição por óleo – dispõe sobre a instituição dos Planos de Áreas (PA) para o combate à poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional, com o propósito de integrar e consolidar os plano de emergência individuais das instalações que manuseiam óleo, situadas em uma mesma área, onde haja concentração de portos organizados, instalações portuárias ou plataformas, visando aperfeiçoar, facilitar e ampliar a capacidade de resposta aos incidentes de poluição por óleo.

2.3 PLANO DE CONTINGÊNCIA

Os Estados Unidos e Holanda utilizam a análise de risco, uma das ferramentas de gestão ambiental, na caracterização e avaliação de exposição, da seleção de fatores de exposição e de estudos toxicológicos dos compostos químicos de interesse, seguidos de modelos matemáticos de transporte e degradação dos contaminantes, o que permitem a previsão das concentrações dos contaminantes, assim como o grau de recuperação (PEDROZO *et al.*, 2002).

2.3.1 Processos de contenção em caso de vazamento de óleo

Apesar dos avanços tecnológicos nas atividades de exploração, armazenamento e transporte de petróleo e de seus derivados, existe a possibilidade de acontecer um acidente ambiental. Para reduzir os danos provenientes desses acidentes, ações de resposta devem ser tomadas de forma rápida, respeitando-se as regiões de alto risco suscetíveis à poluição por óleo (CERQUEIRA, 2010).

Após o vazamento deve ser providenciado o confinamento do óleo através de barreiras de contenção, para que o material vazado não se espalhe, facilitando o recolhimento do mesmo (INTERNATIONAL MARITIMER ORGANIZATION, 2012).

Segundo Cerqueira (2010) a contenção do produto vazado deve ser seguida do recolhimento do óleo vazado, que pode ser por sucção (equipamento mecânicos) ou absorção (materiais absorventes de origem sintética, mineral ou orgânica).

Cantagallo *et al.* (2007) relata que dispersantes podem causar mais impactos sobre os manguezais que a presença do próprio óleo e que em um evento onde foi aplicado um dispersante sobre o manguezal, o dispersante alcançou as raízes da vegetação causando-lhe a morte.

O uso de dispersantes pode evitar a chegada do óleo em locais com maior relevância ecológica/econômica, porém sua aplicação depende da anuência do órgão ambiental competente e deve se basear em legislação vigente, no caso a Resolução CONAMA nº 269 de 14/09/2000.

Essas ações devem estar contidas no Plano de Contingência. Esse plano deve prever cenários que apresentem riscos de emergência, assim como os recursos a serem utilizados na resposta (CERQUEIRA, 2010).

O plano de contingência, segundo Pedrozo *et al.* (2002), deve ter como objetivos:

- Definir as responsabilidades na esfera federal, estadual e municipal;
- Avaliar os custos e recursos disponíveis para a resposta ao impacto;
- Especificar uma estrutura de comando para monitorar a resposta ao vazamento;
- Determinar a necessidade de um planejamento emergencial;
- Estabelecer e fornecer os procedimentos de respostas à contaminação.

2.3.2 Processos de limpeza de ambientes costeiros

As atividades de limpeza devem ocorrer logo após o recolhimento do óleo vazado da superfície d'água durante o período de contenção, para evitar re-serviço de limpeza no ambiente atingido pelo vazamento. Importante destacar que os

métodos de limpeza podem causar danos adicionais, por vezes maiores que o próprio efeito do petróleo vazado, dessa forma é crucial a escolha das técnicas mais adequadas a serem utilizadas (CETESB, 2012).

Diversos métodos são utilizados internacionalmente. A escolha do método deve considerar o tipo de ecossistema impactado, suas características e sensibilidade; o tipo de óleo derramado e fatores técnicos, como acessos e tipo de equipamentos passíveis de serem utilizados (CANTAGALLO *et al.*, 2007).

Independentemente de qualquer outra técnica de limpeza, ocorre a limpeza natural do ambiente, por meio da remoção do óleo através de ondas, correntes, marés, ventos, chuvas e a própria degradação do óleo vazado (CETESB, 2012).

A técnica que causa menor impacto sobre os ambientes é a remoção manual do óleo vazado que consiste na retirada manual do óleo do ambiente com o uso de rodos, pás, latas, baldes e carrinhos de mão. Tem maior eficiência em praias e costões rochosos (CETESB, 2012).

Pode-se utilizar a instalação de barreiras e mantas absorvedoras, que são equipamentos úteis em situações de acúmulo de óleo em águas adjacentes a ambientes costeiros ou canais de mangues e marismas. Os absorventes são materiais com capacidade de se encharcar de líquido, podendo ser utilizados em água e em terra (CETESB, 2012).

Segundo Cerqueira (2010), a parte fibrosa do côco maduro, pelo seu poder de sorção, é um material que pode ser utilizado, em forma de fibra ou pó, para processo de limpeza de óleos vazados. Um material sorvente deve ser capaz de atrair o óleo e repelir a água.

Outra técnica com usos de processos físicos é o bombeamento à vácuo. Nesse caso o óleo é aspirado por carro-vácuo ou bombas-vácuo e transferidos para tambores.

2.4 BIORREMEDIAÇÃO

Para Martins *et al.* (2003) biorremediação é o processo de tratamento que utiliza a ocorrência natural de microrganismos para degradar substâncias

toxicamente perigosas transformando-as em substâncias menos ou não tóxicas. O princípio da biorremediação se baseia na utilização de populações microbianas que possuam a habilidade de modificar ou decompor determinados poluentes. Pode-se utilizar a ação e/ou adição de microrganismos indígenas, assim como provenientes de outros sítios ou estirpes modificadas geneticamente, com produção de biomassa, água, dióxido de carbono e compostos menos complexos. O principal objetivo é obter níveis de degradação até o limite de detecção do poluente ou abaixo dos valores aceitáveis ou estabelecidos pelas agências reguladoras (PETROBRAS/UFRJ, 2006; CRAPEZ *et al.*, 2006)

A biorremediação pode ser realizada *in situ*, no local contaminado, ou *ex-situ*. A biorremediação *in situ* pode ser natural, através da decomposição dos componentes pelos organismos já existentes no local, sem utilização de recursos outros ou auxiliada, quando existe um reforço ao processo natural, como a relocação de microrganismos. Quando os recursos utilizados são complexos ou há necessidade de uma série muito maior de providências do que um simples auxílio, como por exemplo, modificação topográfica do local ou adição de nutrientes, ela é considerada engenhada. A biorremediação *ex-situ* é realizada quando o local tratado ou parte dele é removido (MARTINS *et al.*, 2003; FENIMAN *et al.*, 2006)

Martins *et al.* (2003) classifica a biometabolização, quanto à sua complexidade, em **nível 1** para os produtos de biodegradabilidade muito fácil como os derivados de Petróleo (óleo cru, gasolina, óleo diesel); **nível 2** para os produtos de fácil biodegradabilidade como solventes, preservativos de madeiras, hidrocarbonetos aromáticos polinucleares, resíduos de petróleo, resíduos/produtos da manufatura química, diversos pesticidas e solventes para tintas; e **nível 3** para os produtos de biodegradabilidade muito difícil – como metais, sais, compostos altamente insolúveis e óleos sintéticos.

A biodegradação do petróleo por populações naturais de microrganismos representa um dos mecanismos primários, pelo quais os compostos poluentes são eliminados do meio ambiente. A capacidade de degradar hidrocarbonetos do petróleo é apresentada por diversos gêneros microbianos, principalmente bactérias e fungos.

Hoje existem listados 79 gêneros bacterianos que utilizam o hidrocarboneto como fonte de nutriente e energia, 9 gêneros de cianobactérias e 14 tipos de algas,

além de 103 gêneros de fungos (HEAD, 2007). Segundo Feniman *et al.* (2006) os gêneros mais importantes dos **Fungos**, *Aureobasidium*, *Candida*, *Rhodotorula* e *Sporobolomyces ssp.* são isolados do ambiente marinho e *Trichoderma* e *Mortierella ssp* são mais comuns no solo.

A biorremediação em manguezais impactados por petróleo pode ser feita através dos processos: aeração, bioestimulação, bioaugmentação ou fitorremediação.

A **aeração** é uma técnica desenvolvida para garantir a manutenção da zona aeróbia e a realização de processos naturais aeróbios, quando recoberta pelo óleo, visto que quando ocorre um vazamento de petróleo e seus derivados, o óleo cobre o sedimento impedindo assim as trocas gasosas existentes no processo de aeração do sedimento (DUKE *et al.*, 1999).

A **bioestimulação** utiliza a adição de nutrientes e otimização das condições ambientais do solo e pode envolver uma variedade de técnicas e produtos comerciais. Os nutrientes solúveis são representados por uma grande variedade de fertilizantes agrícolas, como os do tipo NPK, normalmente aplicados dissolvidos em água, sobre sedimentos contaminados (QUEIROZ, 2005).

A **bioaugmentação** é adição de microrganismos (semeadura de número expressivo de bactérias, fungos e leveduras hidrocarbonoclasticos) capazes de degradar rapidamente contaminantes específicos. Os pesquisadores estabelecem consórcios microbianos, dado que um único microrganismo dificilmente é capaz de realizar sozinho, a descontaminação de uma área (ALVES FILHO, 2005).

Fitorremediação, também conhecida como *Green-remediation*, é uma técnica de biorremediação que utiliza os vegetais e os microrganismos associados através de conjunto de tecnologias e práticas agronômicas como recursos para a recuperação de solo, água e ar contaminados. Essa recuperação não depende exclusivamente da presença das plantas, mas também das interações bióticas e abióticas que envolvem os mecanismos de biodegradação, imobilização, fotodegradação e quimiodegradação na atenuação natural (ANDRADE *et.al*, 2007; DINALDI *et al.*, 2007).

Duke *et al.* (1999) destacam que devido à dificuldade de se trabalhar no manguezal, por seu dinamismo e vulnerabilidade às interferências externas, deve-se atentar para fatores fundamentais para o êxito da aeração, tais como: variação da frequência do pulso e a taxa da aeração; variação da profundidade abaixo do

sedimento dos pontos de aeração; variação da colocação dos pontos de oxigenação do solo com respeito às raízes de árvores; e, alteração da porosidade do filtro e equipamento de saída do ar (tamanho da bolha da consideração e dispersão do oxigênio).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

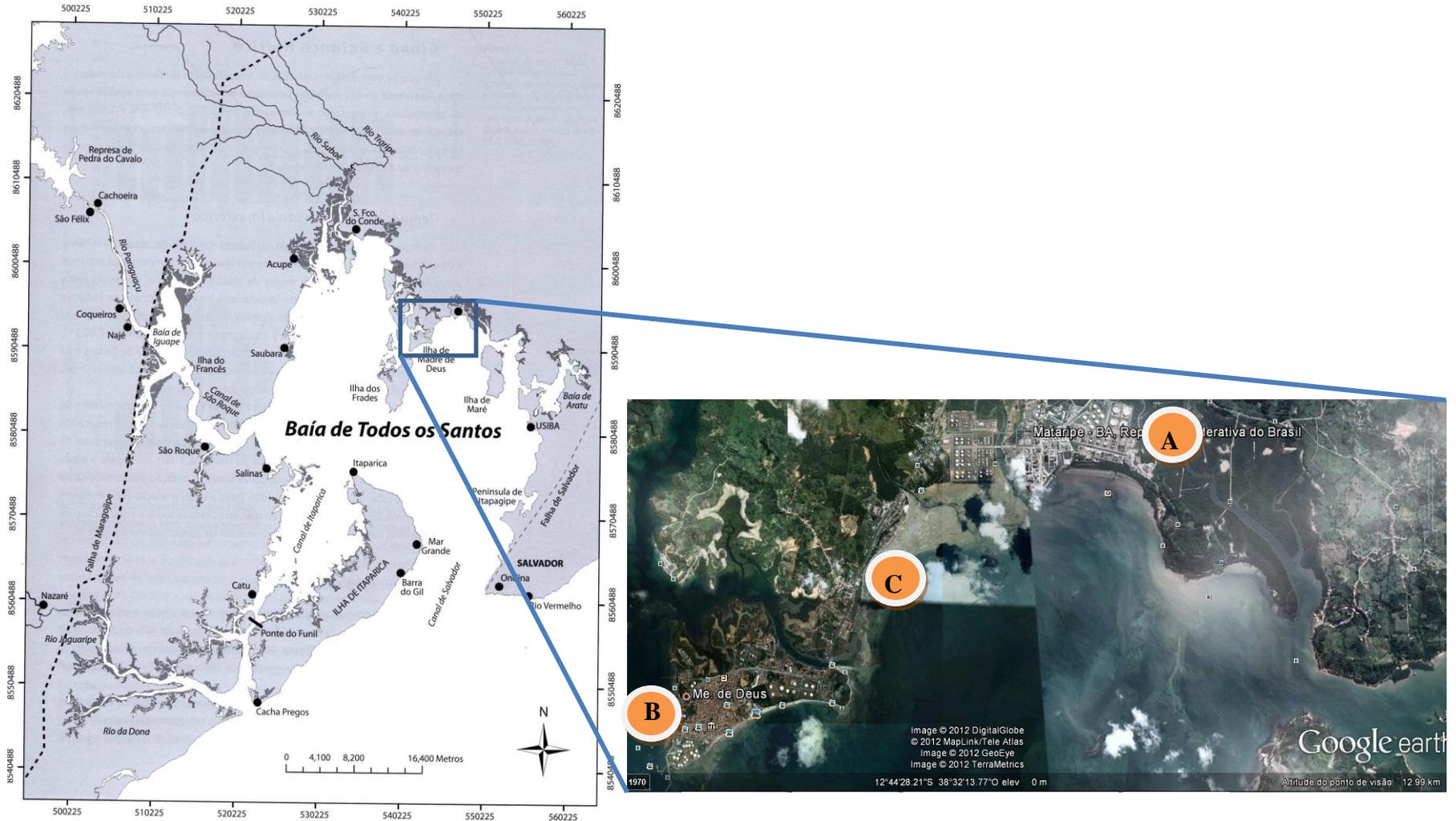
O presente estudo teve como foco a região norte da Baía de Todos os Santos (BTS), região com alta influência de atividades petrolíferas (**Figura 3**), mas especificamente a comunidade de Mataripe, distrito do município de São Francisco do Conde, no Estado da Bahia.

Situada na região Nordeste do Brasil, inserida na microrregião do Recôncavo Baiano (BA), entre as coordenadas 12° 39' 40" S e 13° S de latitude e 38° 30' W e 38° 43' 30" W de longitude, a baía de Todos os Santos é a maior baía navegável do país. Foi nesta baía que se iniciou o processo de colonização, por volta dos meados do século XVI, onde foi construída a primeira capital do Brasil, em 1549. Nestes 450 anos de existência, diversos eventos de ocupação e utilização antrópica foram efetivados, desde as atividades agro-pastoris até a instalação de pólos industriais (GÉRMEN, 2007). Nessa região são encontradas as áreas de manguezal do Caçã (Madre de Deus), do Rio Caípe e do Rio Mataripe (São Francisco do Conde), da ETDI (ao fundo da RLAM), do Coqueiro Grande (São Francisco do Conde), de Passé e Caboto (Candeias) e Ilha de Maré (Salvador), conforme apresentado na **Figura 3**.

A Baía de Todos os Santos (BTS) apresenta características claramente marinhas, pois o volume de água doce oriunda dos diversos cursos fluviais que nela deságuam é duas ordens de grandeza inferior ao aporte de água salgada que entra pela abertura da baía, com salinidade variando entre 28 e 36 (PETROBRAS/UFRJ, 2006). Registros que caracterizam as oscilações do nível d'água em mar aberto ao norte e ao sul da BTS indicam marés praticamente iguais em altura e fase (QUEIROZ, 2005).

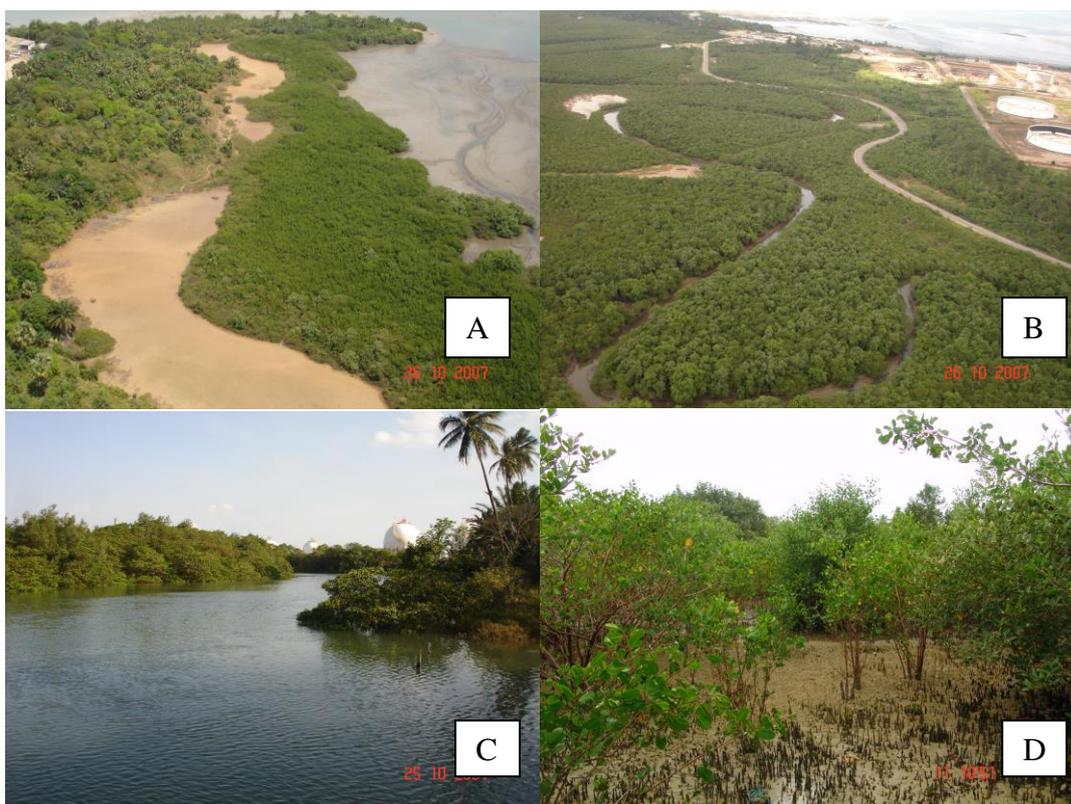
O entorno da Baía apresenta os mais elevados índices de densidade demográfica do Estado. Vizinha a dezesseis municípios, com um total aproximado de duzentos quilômetros de borda, possui aproximadamente três milhões de baianos (nativos, naturalizados), que divide a área com um parque industrial fundamentado na indústria química e de exploração, refino e processamento de petróleo. (IBGE, 2010).

Figura 3 – Baía de Todos os Santos. Destaque das áreas de manguezais. A: área de refino; B: área portuária; C: comunidade de Mataripe – São Francisco do Conde - BA (Fonte: Hatje & Andrade, 2009; (SANTIAGO, 2012).



Na Baía de Todos os Santos ocorrem 177,6km² de manguezais (Hadlich *et al.*, 2010). A região norte da BTS apresenta manguezais do tipo franja, de pequeno porte (**Figura 4**).

Figura 4 – Fotos dos manguezais da região norte da Baía de Todos os Santos, no município de São Francisco do Conde - Bahia. A. Foto aérea do manguezal de Coqueiro Grande; B. Foto aérea do manguezal do Rio São Paulo; C. Foto do rio Mataripe; D. Foto do manguezal da ETDI, ao fundo da RLAM (SANTIAGO, 2007).



3.2 METODOLOGIA

Para a realização desse estudo foram utilizados como pressupostos teóricos metodológicos a Pesquisa Bibliográfica e Qualitativa.

O capítulo **A Região Nordeste da Baía de Todos os Santos e a Possibilidade de um Vazamento de Petróleo** foi realizado a partir de um

levantamento de dados secundários sobre os Planos de Contingência existentes na BTS.

A **avaliação das técnicas de biorremediação** foi realizada a partir de dados secundários. Ainda foram analisados os parâmetros tempo de remediação encontradas em literatura; identificação das dificuldades de implantação, dificuldade de operação, importância do monitoramento, capacitação da equipe executora, resultados encontrados e custos associados para a implementação da aplicação da técnica em área de 200m² de manguezal.

Os custos foram calculados considerando-se os custos com equipamentos e materiais de consumo, com base de valores e preços utilizados de mercado em 2011/2012. Não foram considerados custos com recurso humano, transporte, nem mesmo os custos associados à montagem de infraestrutura necessária para a aplicação da técnica na área hipotética. Os resultados foram medidos e compilados num quadro para avaliação da identificação da técnica teoricamente para fácil aplicação a partir dos parâmetros levantados.

Buscou-se ainda **identificar a percepção ambiental da comunidade humana de São Francisco do Conde sobre o ecossistema manguezal**. Para isso foi desenvolvido questionário para 30 pessoas da comunidade de Mataripe (**Figuras 5 e 6**), distrito de São Francisco do Conde. Esse local foi escolhido pela sua proximidade à Refinaria Landulpho Alves (RLAM) e à Madre de Deus, município que possui porto que recebe navios petroleiros. Duas associações no distrito foram contatadas, a Associação Flor de Lótus e a Associação de Pescadores e Marisqueiras Deus Dará, para indicar os profissionais da pesca existentes no local para a aplicação dos questionários (**Figura 7**).

Figura 5 – Imagem satélite da comunidade de Mataripe, São Francisco do Conde – BA (Fonte: GOOGLE,2012).



Figura 6 – Fotos do povoado de Caípe – São Francisco do Conde - BA. (SANTIAGO, 2012).



A partir de dados secundários e primários, foi desenvolvida uma **breve análise das possibilidades de participação das comunidades em atividades de biorremediação de manguezais petrolizados**. Para isso foram levantados registros de atividades já realizadas, identificação de organizações não governamentais que atuam com o reflorestamento e os custos associados à comercialização de mudas e realização de atividades de campo (replanteio).

Para atender ao objetivo proposto foi elaborado um questionário com 27 (vinte e sete) perguntas, divididas em 4 (quatro) blocos: 1- Dados relativos à condição sócio-demográfica; 2- dados relativos a uso e ocupação dos manguezais; 3- dados relativos à percepção do ecossistema manguezal e 4- dados relativos à impactos e condições dos manguezais locais, conforme modelo disposto no **Anexo I**.

Figura 7 – Fotos do momento da entrevista com a comunidade de Caipe – São Francisco do Conde - BA (SANTIAGO, 2012).



Foi ainda realizada análise quali-quantitativa das respostas obtidas nas entrevistas. Todas as respostas foram compiladas em planilhas, apresentadas no **Apêndice II**. As perguntas abertas foram sistematizadas e agrupadas considerando as expressões similares. Para a questão sobre a explicação do ecossistema manguezal, as respostas foram compiladas em características físicas (quando eram citadas como lama, vegetação, maré), fonte de alimento (quando eram citadas palavras como comer, alimentar família) ou fonte de sustento (produto para venda, sustento, trabalho). O mesmo princípio foi usado para analisar as respostas quanto à importância do manguezal, onde as respostas foram compiladas em alimento, sustento ou outros.

4 PLANO DE CONTINGÊNCIA DA BAÍA DE TODOS OS SANTOS

Vatimbella *apud* CORAZZA (2003), destaca que as principais funções da gestão ambiental são a administração geral, implementação de procedimentos, gestão de riscos e segurança.

4.1 O PLANO DE CONTINGÊNCIA

Atualmente o Brasil não possui ainda o Plano Nacional de Contingência (PNC) para incidentes de poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional, conforme determinado na Lei nº 9.966 de 28 de Abril de 2000.

Pedrozo *et al.* (2002) destaca que estudos têm mostrado que quanto antes ocorre a comunicação para comunidade local envolvida, maior a credibilidade sobre as técnicas adotadas para a recuperação do ambiente, diminuindo assim o número de disputas judiciais e os custos globais de gerenciamento das áreas impactadas.

A comunicação não deve ser feita simplesmente na hora de um vazamento ou acidente ambiental, visto que pesquisas têm demonstrado que as pessoas quando julgam o risco relatam os eventos mais recentes em suas mentes como sendo os de maior probabilidade e que os riscos associados a maiores benefícios são os mais aceitos pela comunidade (NARDOCCI *apud* PEDROZO *et al.*, 2002).

São necessários que sejam investidos recursos humanos e financeiros em educação ambiental para a comunidade. A transformação da sociedade decorre da construção da consciência ecológica coletiva, a partir do conhecimento da legislação, pela informação sobre os problemas ambientais e pela formação, propiciando a sensibilização necessária para que o indivíduo perceba a profunda interação existente entre o homem e os processos naturais que ocorrem no meio ambiente (RODRIGUES & FARRAPEIRA, 2008).

Segundo Barros *et al.* (2010), as demandas globais atuais sugerem que as organizações busquem políticas que integrem a gestão empresarial à gestão do território, buscando a gestão participativa, buscando a inserção da comunidade nas

questões que lhe concernem diretamente como é o caso do meio ambiente e de riscos ambientais.

Lana *apud* Pulner (2007) destaca que para a gestão sobre os manguezais ser eficaz é necessário o envolvimento das populações diretamente envolvidas, da comunidade científica, além do Poder Público, em um plano de manejo dos manguezais regionais. Para isso é necessário que existam estudos aprofundados de cada região, pois o ecossistema manguezal não é homogêneo, nem estático.

É importante destacar que os poderes públicos, principalmente os municipais, devem possuir um plano de contingência, mesmo que baseados e utilizando recursos das empresas instaladas no local. Para isso faz-se necessário:

- Manter uma equipe de defesa civil treinada no plano;
- Promover simulados junto à comunidade local;
- Promover programa de educação ambiental para a comunidade local;
- Fazer auditorias nas empresas instaladas na região, visando identificar pontos de melhorias nos processos, evitando assim acidentes;
- Identificar e cadastrar pescadores e embarcações que possam participar das ações de contingência em caso de vazamento;
- Ter identificadas as possíveis técnicas de remediação em caso de contaminação dos manguezais;

4.2 A REGIÃO NORDESTE DA BTS

4.2.1 A Área de Proteção Ambiental Baía de Todos os Santos

A região Nordeste da Baía de Todos os Santos (BTS) está, segundo Saraiva (2008), no quadrante mais ameaçado e vulnerável da BTS, considerando-se tanto os aspectos físico-estruturais e socioambientais, quanto geoeconômico e artístico

cultural, inclusive por essa região agregar partes substanciais de 4 municípios (Santo Amaro, São Francisco do Conde, Candeias, além da totalidade do município de Madre de Deus).

O corpo hídrico da BTS é uma Área de Proteção Ambiental, criada pelo Decreto Estadual nº 7.595 de 05/06/1999, envolta em uma complexa questão socioambiental, com grande potencial turístico e alto valor cênico nas unidades de paisagem e diversificado patrimônio histórico, artístico e cultural (BAHIA, 1999).

Segundo Souza (2003) *apud* Saraiva (2008) o caminho para o desenvolvimento impõe mudanças-chave no entendimento e na capacidade de percepções das condições de equilíbrio dos ecossistemas, onde ele informa que “a identificação da presença ou ausência de sustentabilidade em ambientes naturais requer a adoção de um conjunto de indicadores que possibilite o acesso a informações sobre seu estado e suas tendências sistêmicas”.

O decreto que criou a APA da Baía de Todos os Santos define em seu Art 2º que será de responsabilidade do órgão ambiental, entre outras atividades:

- a) A administração da APA;
- b) Elaborar o plano de manejo, no qual se estabelecerá o zoneamento ecológico-econômico da BTS;
- c) Promover a participação das prefeituras, de organizações não-governamentais e demais segmentos sociais interessados no desenvolvimento sustentável das ilhas da baía.

A administração da APA BTS é exercida pelo Conselho Gestor da APA que é formado por representantes de 29 instituições, sendo 11 do poder público, 12 da sociedade civil e seis empreendedores locais (JUSBRASIL, 2011), onde a diretoria é de responsabilidade do órgão ambiental do Estado.

Para o plano de manejo, Lana *apud* Pulner (2007) indica ações como implantação efetiva de reservas de manguezais, para garantir a biodiversidade e função ecológica de berçário aquático; racionalização das práticas tradicionais de exploração (exclusivamente extrativista), mantendo o equilíbrio entre a produção e exploração; adoção de práticas de exploração florestal, baseada em técnicas de silvicultura; introdução ou ampliação de práticas de aqüicultura, com práticas artesanais; e utilização de manguezais locais para promoção de ecoturismo, o que

viabilizaria atividades de educação ambiental e despertaria as comunidades próximas para a importância do ecossistema. Vale ressaltar, entretanto, que ainda hoje a APA BTS não possui plano de manejo, que se encontra, segundo SEIA (2012), em elaboração do Termo de Referência para contratação.

Muitas são as informações disponíveis para efetivação da gestão dos manguezais, conforme orientações de Pedrozzo *et al.* (2002):

- Conhecimento da dinâmica das marés da Baía de Todos os Santos;
- Mapeamento dos manguezais da região;
- Mapeamento das comunidades pesqueiras
- Mapeamento das embarcações de pesca e suas rotas na atividade
- Mapeamento das indústrias, empresas instaladas na região
- Mapeamento das rotas de navios e os possíveis produtos transportados;
- Conhecimento dos cenários de acidentes
- Conhecimento dos efeitos de cada componente possível de ser vazado sobre os diversos ecossistemas;
- Conhecimento das formas de limpeza, em caso de vazamentos, em cada ecossistema, para que em situações de vazamentos, os técnicos possam discutir junto às empresas quais as possíveis metodologias devem ser utilizadas, se a comunidade poderia ajudar e como, etc;

Vale ressaltar que os dados necessários para a gestão da APA BTS podem ser encontrados em larga escala em trabalhos produzidos pela comunidade científica, em parceria ou não com instituições corporativas como Lessa *et al.* (2000); ORGE *et al.*, 2000; Tommasi & Venturinni (2004); Veiga *et al.* (2005); Hatje & Andrade (2009); Queiroz *et al.* (2007); PETROBRAS/SENOGRAFIA (2008); Queiroz & Celino (2008); (BAHIA PESCA, ___); Celino *et al.* (2008); Garcia (2009), entre outros.

4.2.2 Plano de Contingência para a Baía de Todos os Santos

A APA Baía de Todos os Santos, onde está localizado o Terminal Marítimo Almirante Alves Câmara, no município de Madre de Deus, também não possui ainda um Plano de Área, visando atender uma situação de desastre, como por exemplo, um acidente com um dos navios petroleiros que poderia ocasionar um vazamento classificado, segundo Inafuku & Helal (2011), como moderado, podendo chegar a um volume de 120 mil toneladas de óleo, que é a capacidade dos navios que adentram na baía (CODEBA, 2008).

O Plano de Área deve reunir informações, medidas e ações referentes a uma determinada região de concentração de instalações portuárias, terminais, dutos e/ou plataformas com o objetivo de integrar os recursos dos diversos Planos de Emergência Individuais (PEI) desta região, para o combate a incidentes de poluição por óleo, a fim de reduzir os impactos nos ecossistemas envolvidos (IBP, 2102).

Um dos itens de melhorias identificado pelo IBP (2012) é a revisão de análises de riscos para uma melhor gestão dos mesmos.

Seguindo o raciocínio de Pedrozo *et al.* (2002), o uso da análise de risco para a prevenção como ferramenta da gestão ambiental, conduz ao gerenciamento de risco e deve-se considerar alguns pontos importantes como a seguir:

- **Identificação dos problemas** – devem-se conhecer as fontes de contaminação. Isso se dá através do mapeamento dos impactos existentes e possíveis de ocorrer, suas origens ou fontes, sua intensidade e frequência;
- **Conhecimento dos possíveis contaminantes** – conhecimento das características químicas, físicas e toxicológicas dos possíveis produtos derramados e como esses produtos se comportam na água e seus riscos sobre os ecossistemas;
- **Definição dos cenários** – conhecimento dos possíveis acidentes e de como atingiriam a região, em qual tempo a partir da sua origem. Nesse item devem ser consideradas, inclusive, as atividades de remoção do contaminante.

Esses pontos são parcialmente destacados por Corazza (2003) quando descreve que para uma boa gestão ambiental, devem-se considerar os gestores da região, logo os poderes públicos. Nesse caso deve-se entender que os poderes públicos dos diversos níveis devem estar integrados e com um mesmo “olhar” para a região, de conservação e preservação dos ambientes sensíveis.

É necessária uma resposta efetiva aos impactos causados por um derrame de óleo, com a adoção de planos ambientais de contingência.

Pedrozo *et al.* (2002) destacam que no Brasil os planos de contingência adotados pelas indústrias potencialmente poluidoras são condicionados a sua política interna de gestão ambiental, como é o caso da PETROBRAS que dispõe de 9 (nove) Centros de Defesa Ambiental (CDA), dotados de equipamentos e recursos humanos treinados para combate de vazamento de óleo, formando o maior complexo de segurança ambiental da América Latina.

4.2.2.1. Estrutura PETROBRAS para atender emergências na BTS

Atualmente a PETROBRAS atua na costa brasileira atualmente com 48 sondas e mais de 100 plataformas, entre fixas e flutuantes. Ao longo dos últimos 10 anos, a empresa vem investindo mais de 10 bilhões de reais, em programas de prevenção e contingenciamento para a redução de acidentes com vazamentos de petróleo (PETROBRAS, 2010 apud SARAIVA, 2010).

A PETROBRAS tem investido em programas de prevenção e contingenciamento para a redução de acidentes com vazamentos de petróleo. Atualmente a PETROBRAS conta com uma infraestrutura para combate a derramamento de óleo no mar e em terra, constituída de:

- **CENPOL - Centros de Combate a Poluição por Óleo** – são unidades independentes destinadas a treinamento de equipes para combate a derramamento de óleo;

- **CDA – Centros de Defesa Ambiental** – unidades de combate a derramamentos de óleo ocorridos em dutos, terrestres ou marítimos, e em operações de navios de transporte de óleo, espalhados por nove estados e complementados por 13 Bases Avançadas praticamente cobrem todos os Estados com atividade de petróleo (**Figura 8**);
- **CRE – Centros de Respostas a Emergências** – Estruturas similares aos CDA's, para combate de derramando de óleo. São executados pela TRANSPETRO, subsidiária da PETROBRAS, responsável pela movimentação de seus produtos;
- **Bases Avançadas** – em número de 13, são unidades estruturadas para agilizar a resposta a derramamentos, com barcos, balsas, recolhedores e milhares de metros de barreiras de absorção e de contenção de óleo, além de mais de uma centena de profissionais especializados, em prontidão 24 horas por dia e 3 embarcações com capacidade de recolher até 300 mil litros de óleo por hora do mar, cada uma delas.

São mais de 400 profissionais, equipados com lanchas, balsas, barcos recolhedores de óleo, veículos pesados e leves, aplicadores de produtos remediadores, torres de iluminação, geradores, unidades de primeiros socorros à fauna, unidades de comunicação remota e cerca de 20.000 metros de barreiras de contenção e absorção de óleo (PETROBRAS, 2011).

A PETROBRAS mantém, ainda, 14 embarcações de grande porte dedicadas ao atendimento exclusivo de emergências ambientais, às quais podem se somar outros recursos provenientes de sua frota de mais de 80 aeronaves e 200 embarcações, se necessário. Além das estruturas listadas acima, existem embarcações dedicadas (**Figura 9**).

- 30 embarcações de grande porte para recolhimento de óleo;
- 130 embarcações de apoio;
- 150 mil metros de barreiras de contenção;

Figura 9 – Embarcação dedicada. Astro Ubarana. (Fonte: Cerqueira, 2010).



Quando os esforços emitidos na etapa de respostas à emergências forem insuficientes ou mesmo não eficazes, o óleo vazado poderá chegar na região costeira, podendo proporcionar vários níveis de impactos.

Quando na região costeira existirem manguezais, como no caso da região Nordeste da Baía de Todos os Santos, far-se-á necessária a realização de atividades de remediação do ecossistema, tema tratado no Capítulo 5 deste estudo.

5 AVALIAÇÃO DAS TÉCNICAS DE BIORREMEDIAÇÃO EM MANGUEZAIS IMPACTADOS POR PETRÓLEO E SEUS DERIVADOS

Diante das possibilidades de impactos pela presença de hidrocarbonetos sobre os ecossistemas manguezais (sedimentos e biota) e sua importância ecológica e social, faz-se necessário a aplicação de técnicas de remediação que proporcionem otimização de tempo e custos na execução das atividades de recuperação.

Almeida *et al.* (2010) e Solano & El Aouar (2001) definem que para a tomada de decisão, deve-se realizar algumas etapas como, a identificação do problema, avaliação das possíveis soluções, do custo/benefício das alternativas, além da avaliação dos resultados e consequências, através de monitoramento. As técnicas de biorremediação são avaliadas a seguir, baseado nas etapas descritas por Almeida *et al.* (2010).

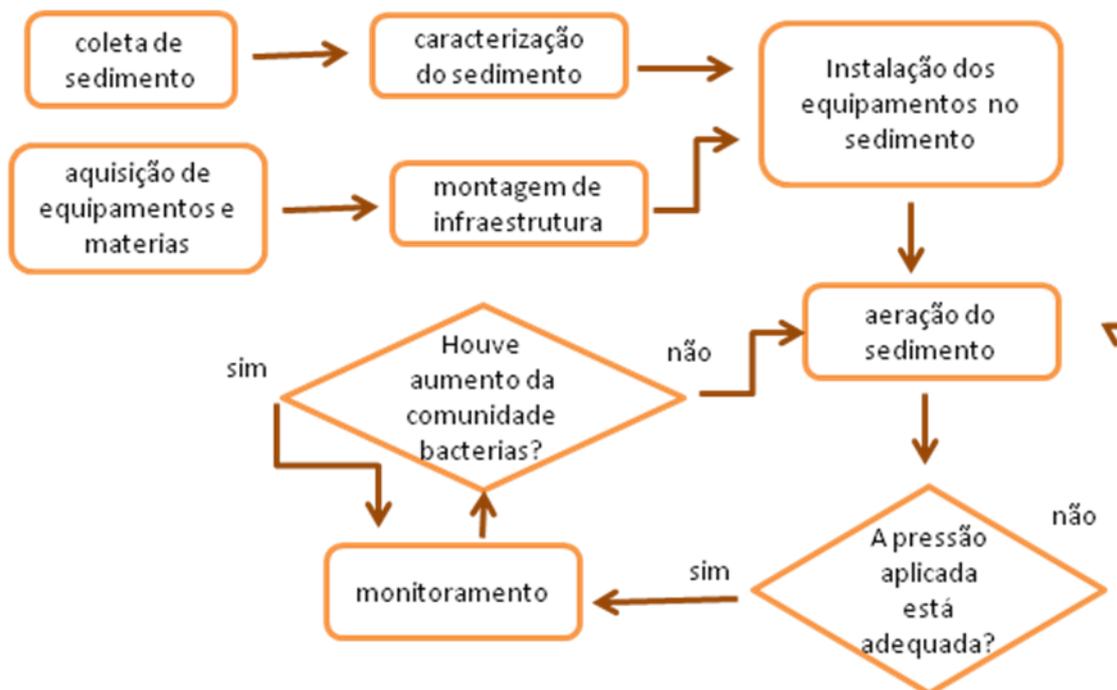
5.1 BIORREMEDIAÇÃO POR APLICAÇÃO DE AERAÇÃO

Sedimentos de manguezais possuem duas camadas bem distintas: uma mais superficial e aerada e outra, onde está contida a maior parte do sedimento do ecossistema, uma camada anóxica, onde ocorrem processos anaeróbios que são mais lentos que os aeróbios (OLIVEIRA & TRIGUIS, 2010 *In*: QUEIROZ & OLIVEIRA, 2010). Essa técnica tem como objetivo aumentar a camada aerada, onde as atividades biodegradadoras são mais rápidas e eficazes.

A aeração pode ser realizada através de adição química ou por aeração forçada. O uso da técnica de aeração por adição química tem limitações, em determinados tipos de solo, seu uso demasiado produz um “travamento” da decomposição (BROWN *et al.*, 2005). Duke *et al.* (1999) simularam um vazamento com aplicação de óleo na área de manguezal. Nesse experimento foi testada tanto a adição do peróxido de magnésio quanto a aplicação de fonte de oxigênio enterrada no sedimento em zonas vegetadas. Os resultados mostraram que a injeção de ar suplantou o peróxido de magnésio. Vale ressaltar que os testes de aeração

desenvolvidos por Duke *et al.* (1999) foram associados à adição de nutrientes, porém com maior atenção à aeração forçada. A aplicação da aeração está apresentada na **Figura 10**.

Figura 10 – Diagrama esquemático de aplicação da técnica de aeração (SANTIAGO, 2012).



a) Tempo de remediação da área:

Duke *et al.* (1999) observam algum resultado com a aplicação da técnica em apenas por 2 a 3 meses, em testes executados em área de manguezal na Austrália.

b) Dificuldade de Implementação:

O ponto mais importante dessa etapa é o conhecimento dos parâmetros granulometria, caracterização do óleo derramado, para identificar a vazão necessária para a aeração sem descaracterizar o sedimento, visto que a aeração forçada pode aumentar a área aerada do sedimento. A vazão deve ser testada em laboratório antes da aplicação no campo, para identificar a vazão necessária para

vencer a barreira sedimento-óleo-água. Se a vazão calculada for muito alta, pode desestruturar o sedimento tratado, espalhando o sedimento para outras áreas.

Deve-se atentar, dessa forma, para os detalhes necessários para a aplicação da aeração em manguezais, como o do terminal poroso por onde o ar acessa o sedimento, a profundidade da colocação dos tubos de injeção do ar e cálculo da vazão do ar, além das questões de infraestrutura como acesso ao local, existência de pontos de energia próximos, disponibilidade de área para instalação e cuidados com a manutenção física de equipamentos, conhecimento da área impactada e do óleo derramado.

Dessa forma deve-se considerar o grau de implementação como difícil.

c) Dificuldade de Operação:

A técnica deve ser aplicada em conjunto com a aplicação de nutrientes, como foi realizado por Duke *et al.* (1999). Durante a operação deve-se atentar para a pressão emitida na fonte do ar. Esse fato pode ser justificado pelo fato da maré promover aeração do sedimento superficial.

Essa operação pode ser feita por qualquer técnico ambiental ou técnico químico que calcule a quantidade necessária para o balanço de nutriente utilizado em conjunto com a aeração, assim como a manutenção da pressão a ser emitida no compressor de ar.

O grau de dificuldade para operação dessa técnica é considerada moderado, pelo fato de ser necessário apenas um breve treinamento para operacionalização dos equipamentos, porém requer atenção para a manutenção da vazão de ar, sendo necessários ajustes periódicos.

d) Manutenção da técnica:

É fundamental o acompanhamento da vazão de ar injetada assim como da estrutura dos microorganismos (incluindo contagem), visto que a injeção de ar promove a atividade dos microorganismos aeróbios. Segundo Peixoto *et al.* (2006) a

estrutura da comunidade microbiana pode servir de indicador da degradação ambiental do ecossistema. Para isso é necessária a caracterização das comunidades microbianas antes da implantação do projeto.

Pode-se considerar, então, este parâmetro como fundamental e com periodicidade baixa, com frequência menor que quinzenal, visto que os resultados podem provocar ajustes no projeto, principalmente para a vazão de ar.

e) Capacitação da equipe executora:

A equipe deve ser formada, no mínimo, por:

- Um biólogo especialista em manguezais – com a função de acompanhar e entender a dinâmica do ecossistema, assim como identificará as respostas do ambiente (dados por bioindicadores);
- Um engenheiro ambiental – responsável pelo cálculo da vazão de ar a partir da granulometria e tipo de óleo derramado, e identificar o melhor equipamento a ser utilizado como compressor de ar (capacidade, vazão, tamanho), e gerador de energia
- Um químico especialista em química orgânica – para analisar os resultados de hidrocarbonetos no sedimento da área de biorremediação, identificando assim o grau de recuperação e os derivados gerados no processo de biorremediação.
- Um técnico ambiental ou químico – para executar a aplicação da técnica.
- Caso haja monitoramento de microorganismos (contagem), faz-se necessário a presença de um biotecnólogo.

f) Resultados encontrados:

Duke *et al* (1999) declaram que a aeração foi responsável pela remoção de um percentual que variou entre 14% a 30% da fração saturada não volátil nos testes da técnica em áreas onde foram simulados vazamentos com três diferentes tipos de óleo, onde o teor de óleo foi acima de 30.000 µg/g e que essa técnica deve ser

aplicada nos 3 (três) primeiros dos 6 (seis) meses críticos da contaminação pelo óleo.

Ramsay *et al.* (2000) avaliaram os resultados da aplicação da aeração em sedimento de manguezais, através da quantificação do número de bactérias hidrocarbonoclásticas e percebeu que o número de degradadoras de alcanos subiu de 10^5 para 10^8 células/g de sedimento e que as degradadoras de aromáticas passou de 10^4 para 10^6 células/g de sedimento analisado.

Essa técnica pode alterar a camada aerada do manguezal, aumentando-a consideravelmente, modificando assim as características da região. Não foi encontrada literatura apresentando dados sobre esse tema.

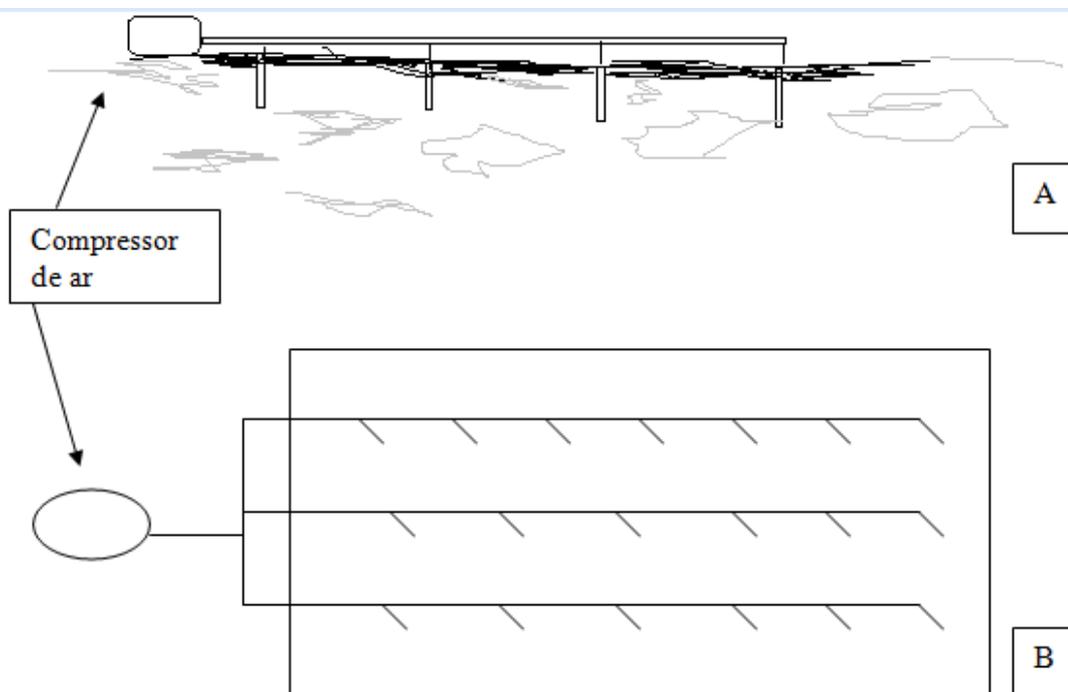
O primeiro contato das comunidades microbiana com o óleo produz um aumento significativo da comunidade oxidante dos hidrocarbonetos, devido a indução de enzimas específicas, às mudanças genéticas que resultam em novas capacidades metabólicas e ao enriquecimento seletivo de microrganismos capazes de transformar o composto em questão, o que gera o crescimento de microrganismos hidrocarbonoclásticos. Essa fase é conhecida como “fase de adaptação”. Apesar da chegada dessa fonte de carbono, outros nutrientes como o nitrogênio e o fósforo não são fornecidos para a manutenção das atividades microbianas (PETROBRAS/UFRJ, 2009).

g) Custos:

Para a análise de custos para a aplicação da técnica de aeração na área hipotética de 10x20 metros, considerou-se a instalação de 20 tubos de PVC de 1/2” com 10m de comprimento, distantes 1m um dos outro, onde a cada 0,5 m de cada tubo deverá sair um tubo de 0,07m, a ser inserido no sedimento.

Para a execução dessa técnica, com base na metodologia utilizada por Duke *et al.*, (1999), para a aeração forçada, técnica que apresentou melhor resultado, faz-se necessário o uso de equipamentos como bomba de aeração de lagos e gerador de energia para essa bomba, além de tubos de PVC e válvulas de controle de vazão do ar (**Figura 9**).

Figura 11 – esquema figurativo da aplicação da aeração. A - visão do perfil da aplicação dos tubos na área recoberta de óleo; B – esquema de instalação dos tubos de passagem do ar (SANTIAGO, 2012).



Estima-se que seja necessária apenas a aquisição dos terminais porosos como material de consumo, que precisarão ser trocados periodicamente, devido à obstrução dos mesmos por sedimentos finos, impedindo assim a saída do ar no sedimento.

O custo total desse orçamento é de aproximadamente R\$ 2.690,00, sem considerar os custos transporte da equipe, alimentação, profissionais ou mesmo monitoramento da área (**Quadro 5**). Os custos de avaliação são apresentados na tabela apenas como complementar.

Deve-se destacar que para a aplicação dessa técnica em áreas com vazamento de resíduo oleoso ou com passivos de derrames antigos, faz-se necessário a adição de óleo novo para estimular a produção microbiana (TAM et al., 2002; RAMSAY et al., 2000). Os resultados são mais satisfatórios quando a técnica é associada à outra técnica, como a bioestimulação.

Para a avaliação de custo não foram analisados os custos referentes a recursos humanos, visto que esse item já é avaliado no item “Capacitação técnica”. Também não são avaliados os custos com monitoramentos.

Vale ressaltar que para áreas maiores que 200m² deve-se aumentar as capacidades dos equipamentos ou o tempo de aplicação na degradação do poluente no ambiente.

Quadro 5 – Planilha de formação de preço preliminar para aplicação de técnica de biorremediação por aplicação de aeração em área hipotética de 200m² de manguezal contaminado por petróleo (SANTIAGO, 2012).

| |
|---------------------------|
| TÉCNICA DE AERAÇÃO |
|---------------------------|

MÃO-DE-OBRA

| CARGO/FUNÇÃO | QUANTIDADE MÉDIA | DIAS POR PROFISSIONAL | SALÁRIO DIA (R\$) | TOTAL (R\$) |
|--|------------------|-----------------------|-------------------|------------------|
| Engenheiro ambiental | 1 | 20 | 640,00 | 12.800,00 |
| Químico especialista em química orgânica | 1 | 12 | 480,00 | 5.760,00 |
| Biólogo | 1 | 20 | 480,00 | 9.600,00 |
| Técnico ambiental | 2 | 90 | 320,00 | 57.600,00 |
| TOTAL DE MÃO-DE-OBRA DIRETA | | | | 85.760,00 |

EQUIPAMENTOS E MATERIAL DO PROJETO

| TIPO | QUANTIDADE PREVISTA | CUSTO UNITÁRIO (R\$) | TOTAL (R\$) |
|--------------------------------------|---------------------|----------------------|-----------------|
| Bomba de aeração de lagos | 1 | 50,00 | 50,00 |
| Gerador de energia | 1 | 500,00 | 500,00 |
| Tubos de PVC 1/2" | 40 | 12,00 | 480,00 |
| Válvulas de controle de vazão do ar. | 1 | 50,00 | 50,00 |
| Ponta porosa | 400 | 1,00 | 400,00 |
| T em PVC 1/2" | 400 | 0,60 | 240,00 |
| TOTAL DE EQUIPAMENTOS (R\$) | | | 1.720,00 |

MATERIAL DE CONSUMO

| TIPO | QUANTIDADE PREVISTA | CUSTO UNITÁRIO (R\$) | TOTAL (R\$) |
|--|---------------------|----------------------|-----------------|
| Ponta porosa para reposição | 10 | 1,00 | 10,00 |
| Ferramental (pá de jardineiro, grifo, etc) | 1 | 500,00 | 500,00 |
| Barraca para proteção do equipamento | 1 | 500,00 | 500,00 |
| TOTAL DE MATERIAIS DE CONSUMO (R\$) | | | 1.010,00 |

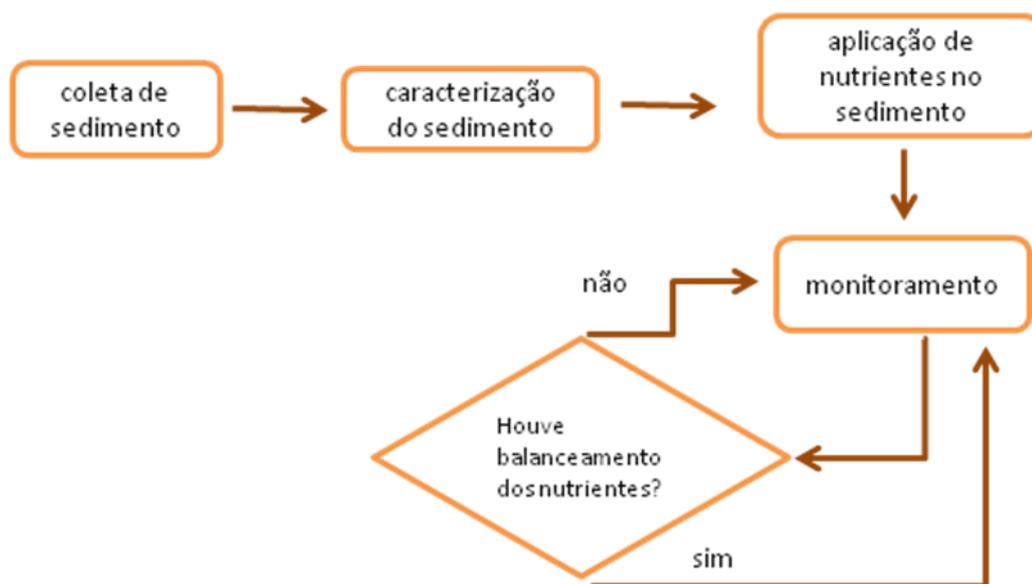
CUSTO TOTAL DO PROJETO

| DESCRIÇÃO | CUSTOS (R\$) |
|---|------------------|
| TOTAL DE MÃO-DE-OBRA DIRETA | 85.760,00 |
| TOTAL DE EQUIPAMENTOS E MATERIAL DO PROJETO | 1.720,00 |
| TOTAL DE MATERIAIS DE CONSUMO | 1.010,00 |
| TOTAL (R\$) | 88.490,00 |

5.2 BIORREMEDIAÇÃO POR BIOESTÍMULO OU BIOESTIMULAÇÃO

Técnica que estimula o crescimento dos microrganismos autóctones do local contaminado, através da correção de pH, balanceamento de nutrientes em relação à carga de carbono do poluente orgânico, através da adição de N e P, aeração do solo e correção de umidade (**Figura 12**).

Figura 12 – Diagrama esquemático de aplicação da técnica de bioestimulação (SANTIAGO, 2012).



Estudos realizados por PETROBRAS/UFRJ (2006) indicaram que os nutrientes ferro, manganês, enxofre e nitrogênio não foram fatores limitantes para a realização dos experimentos de bioestimulação, comportamento diferente do fósforo, que se apresentou como fator limitante, considerando-se a relação C:N:P em 100: 10: 1.

É necessário conhecer as características do sedimento e identificar os teores de nutrientes. A aplicação de nutrientes aumenta a degradação do contaminante. A escolha do tipo do nutriente dependerá das condições observadas na caracterização físico-química do sedimento. Os nutrientes podem ser adicionados de três maneiras: nutrientes solúveis, nutrientes granulares (liberação lenta) e nutrientes oleofílicos. Deve-se priorizar a aplicação de nutrientes de liberação lenta (Ex: Osmocote, Nutricote ou Nutriplant) (PETROBRAS/UFRJ, 2006).

Queiroz (2010) realizou testes com aplicação de fertilizante NPK ou Osmocote® a 0,5cm de profundidade, obedecendo a relação de 0,15 kg m⁻² para cada proveta. O Osmocote® é um fertilizante de liberação lenta e controlada, com tempo de liberação em torno de 4 a 6 meses que, além de conter N, P₂O₅ e K₂O, apresenta ainda em sua formulação Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn, encapsulados por uma resina orgânica biodegradável. Pelo fato de o Osmocote® permitir a disponibilidade contínua de nutrientes para a cultura, dispensa aplicações parceladas de outras fontes, reduzindo, assim, os custos operacionais (MENDONÇA *et al.*, 2004).

Santana *et al.* (2010) testaram a aplicação da técnica de adição de nutrientes associada à aeração em sedimento de manguezais contaminado por óleo, em laboratório, e concluíram que não seria possível identificar se a evolução observada da degradação dos hidrocarbonetos, estaria realmente associada à aplicação das técnicas, uma vez que o sedimento utilizado já se encontrava com estágio avançado de degradação.

Os nutrientes devem preferencialmente ser de liberação lenta, visto que a maré pode facilmente dissolver os nutrientes líquidos ou granulados que sejam de liberação rápida e colocados próximos às regiões das raízes de árvores. Caso não existam vegetais pode ser colado no sedimento nu, para isso devem-se realizar pequenas cavas para a colocação dos grânulos de nutrientes.

No caso de acidentes recentes é importante ter-se a preocupação de evitar que o óleo presente na superfície não penetre mais ainda no sedimento através das cavas, nesse caso se for necessário, deve-se providenciar uma limpeza prévia dos pontos.

a) Tempo de remediação da área:

PETROBRAS/UFRJ (2009) desenvolveu seu trabalho de pesquisa de biorremediação por bioestímulo associado à fitorremediação em campo por aproximadamente 12 meses e observou os resultados da aplicação da técnica no período de 9 meses. Oliveira & Queiroz *in* Queiroz (2010) apresentam resultados de testes de bioestímulo realizados em 3 meses.

Considerou-se neste estudo que a remediação de uma área de manguezal, semelhante à área hipotética, os resultados satisfatórios (redução de hidrocarbonetos para a concentração encontrada na região) devem ser identificados, no mínimo, a partir de 7 meses.

b) Dificuldade de Implementação:

Antes de iniciar a aplicação da técnica, é fundamental a caracterização do sedimento quanto ao teor dos nutrientes N, P e K, assim como a concentração de Carbono na área em questão, para que possa ser escolhida a proporção dos nutrientes para promoção do balanceamento. A falta do conhecimento pode criar fatores limitantes para o desenvolvimento dos microrganismos hidrocarbonoclasticos existentes no sedimento. O excesso de nutrientes gera inibição das atividades microbianas no processo de biorremediação (SILVA, 2008)

Dessa forma pode-se atribuir um grau de dificuldade para iniciar a aplicação da técnica considerada moderada.

c) Dificuldade de Operação:

A operação é considerada de dificuldade moderada, visto que é necessária a aplicação de nutrientes em pequenas cavidades no sedimento e o acompanhamento da concentração dos nutrientes presentes, com a possibilidade de reaplicação dos nutrientes e em quantidade e concentrações diferentes da primeira aplicação.

Destaca-se que aeração, fator crucial para a realização das atividades aeróbias, já é realizada naturalmente pela ação das marés.

d) Manutenção:

É importante acompanhar periodicamente (de quinzenal a mensal) o balanço de nutrientes na área em questão, para perceber as taxas a serem aplicadas e por quanto tempo.

Um parâmetro importante, mas não fundamental é a contagem de microorganismos, visto que os nutrientes proporcionam o crescimento de populações bacterianas inclusive as hidrocarbonoclasticas.

Vale destacar que o acompanhamento da concentração de nutrientes é fundamental para a manutenção da técnica.

e) Capacitação da equipe executora:

Para a implementação e execução da aplicação da técnica deve-se ter uma equipe mínima formada por:

- Um biólogo especialista em manguezais que conheça a dinâmica do ecossistema, além do monitoramento dos vegetais e macrofauna;
- Um químico especialista em química orgânica, para acompanhar a evolução da degradação dos hidrocarbonetos no sedimento;
- Um profissional com mestrado na área de nutrientes, para acompanhar e calcular as taxas de nutrientes a serem aplicadas;
- Caso haja monitoramento de microorganismos (contagem), faz-se necessário a presença de um biotecnólogo.
- Dois técnicos ambientais para fazer as covas e desenvolver a técnica.

f) Resultados encontrados:

Nascimento (2006) observou a degradação de 94% dos n-alcenos, intensa redução de policíclicos aromático, com redução de aproximadamente 99% de metil-dibenzotiofeno, em 56 dias.

Ururay (1998) apud Nascimento (2006) demonstrou que testes de biodegradação de resíduo oleoso apresentaram após 42 dias, o consumo de 68% de

óleos e graxas, 97% de n-parafinas e 76% de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos.

PETROBRAS/UFRJ (2009) em testes com microcosmos, depois de 60 dias observou degradação de hidrocarbonetos, porém declara que o acompanhamento das técnicas de biorremediação não deve ser feita pelo monitoramento de HTP ou HPA, mas sim através de contagem de microorganismos, posição semelhante a de Queiroz (2010).

Silva (2008) avaliou, em 75 dias, a degradação de hidrocarbonetos de petróleo, através de microcosmos com sedimento contaminado por óleo, com adição de nutrientes, e com adição de óleo (simulação de novo vazamento), onde destacou dois pontos significativos, 1- um novo aporte de óleo aumentou a eficiência na degradação (44% de degradação de HTP com sedimento e adição de nutriente para 61% de degradação de HTP com sedimento, nutriente e novo aporte de óleo) e 2 – a Atenuação Natural apresentou valores de degradação de HTP equivalentes aos resultados de bioestímulo (54% de degradação de HTP no sedimento coletado e 70% de degradação de HTP no sedimento com novo aporte de óleo).

g) Custos:

Para a orçamentação dessa técnica foi considerado o uso do Osmocote. Não se faz necessário o uso de equipamentos e como material de consumo é necessário apenas o uso de pás de jardinagem.

O custo total desse orçamento é de aproximadamente R\$ 80.180,00, sem levar em conta os custos com transporte da equipe, alimentação dos profissionais (**Quadro 6**).

Quadro 6 – Planilha de formação de preço preliminar para aplicação de técnica de biorremediação por aplicação de bioestímulo em área hipotética de 200m² de manguezal contaminado por petróleo (SANTIAGO, 2012).

| |
|-------------------------------|
| TÉCNICA DE BIOESTÍMULO |
|-------------------------------|

MÃO-DE-OBRA

| CARGO/FUNÇÃO | QUANTIDADE MÉDIA | DIAS POR PROFISSIONAL | SALÁRIO DIA (R\$) | TOTAL (R\$) |
|--|------------------|-----------------------|-------------------|------------------|
| Biólogo | 1 | 20 | 480,00 | 9.600,00 |
| Químico especialista em nutrientes | 1 | 20 | 480,00 | 9.600,00 |
| Químico especialista em química orgânica | 1 | 5 | 480,00 | 2.400,00 |
| Técnico ambiental | 2 | 90 | 320,00 | 57.600,00 |
| TOTAL DE MÃO-DE-OBRA DIRETA (R\$) | | | | 79.200,00 |

EQUIPAMENTOS E MATERIAL DO PROJETO

| TIPO | QUANTIDADE PREVISTA | CUSTO UNITÁRIO (R\$) | TOTAL (R\$) |
|------------------------------------|---------------------|----------------------|--------------|
| Pá de jardinagem | 4 | 20,00 | 80,00 |
| | | | 0,00 |
| TOTAL DE EQUIPAMENTOS (R\$) | | | 80,00 |

MATERIAL DE CONSUMO

| TIPO | QUANTIDADE PREVISTA | CUSTO UNITÁRIO (R\$) | TOTAL (R\$) |
|--|---------------------|----------------------|---------------|
| Nutrientes | 30 | 30,00 | 900,00 |
| | | | 0,00 |
| TOTAL DE MATERIAIS DE CONSUMO (R\$) | | | 900,00 |

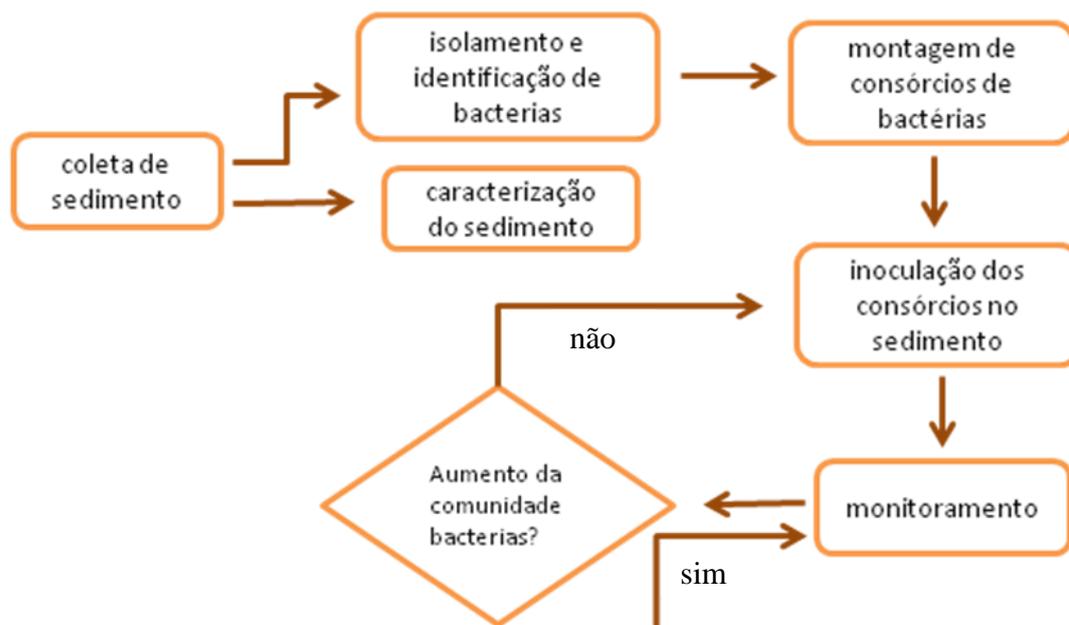
CUSTO TOTAL DO PROJETO

| DESCRIÇÃO | CUSTOS (R\$) |
|---|------------------|
| TOTAL DE MÃO-DE-OBRA DIRETA | 79.200,00 |
| TOTAL DE EQUIPAMENTOS E MATERIAL DO PROJETO | 80,00 |
| TOTAL DE MATERIAIS DE CONSUMO | 900,00 |
| TOTAL (R\$) | 80.180,00 |

5.3 BIORREMEDIAÇÃO POR BIOAUMENTO OU BIOAUMENTAÇÃO

Técnica realizada através da introdução de microrganismos (autóctone ou alóctone) com potencial de degradação conhecido no ambiente poluído para suplementar as comunidades microbianas existentes (NASCIMENTO, 2006), tornando mais rápida e eficaz a degradação do petróleo (**Figura 13**). Essa técnica pode ser considerada segura quando se utiliza organismos existentes no sedimento em estudo (PETROBRAS/UFRJ, 2009).

Figura 13 – Diagrama esquemático de aplicação da técnica de bioaumentação (SANTIAGO, 2012).



A bioaumentação pode ser realizada através da introdução de microrganismos com potencial de degradação conhecido no ambiente poluído ou quando o número de organismos degradadores no ambiente é baixo, quando o número é menor que 10^5 UFC/g de solo ou quando o grau de contaminação por petróleo é muito alto ou crônico (PETROBRAS/UFRJ, 2006).

PETROBRAS/UFRJ (2009) realizou a contagem e o plaqueamento de microrganismos aeróbios e/ou facultativos da área de estudo pelo método de plaqueamento de superfície com meios de cultura específicos para *Pseudomonas*, *Bacillus*, Actinomicetos, Fungos, entre outros Heterotróficos totais. A maioria das estirpes selecionadas de acordo com o perfil de degradação foi identificada como pertencente ao grupo da *Pseudomonas*. Na área de estudo, foram selecionadas e avaliadas 16 estirpes em experimento de perfil de degradação de Hidrocarbonetos de petróleo, onde houve destaque de uma estirpe para degradação de todos os n-alcenos avaliados e em grande quantidade e de algumas para a degradação eficiente dos alcanos C10 a C17, totalizando assim 8 (oito) estirpes, provavelmente de espécies do gênero *Pseudomonas*, para a montagem do consórcio bacteriano.

Testes de antagonismos, onde em placas de Petri foram cultivadas cada estirpe para crescimento das mesmas em “tapetes” devem ser realizadas para a garantia do sucesso da aplicação da técnica (PETROBRAS/UFRJ, 2006).

Clement & Durrant (2007) destaca que fungos (como o caso de *Phanerochaete chrysosporium* e *Trametes versicolor*) conseguem degradar HPAs com até cinco anéis aromáticos em solos e sedimentos e que algumas espécies de fungos, podem transformar uma variedade de HPAs.

Quando as bactérias estão aclimatadas, ou seja, já sintetizaram as enzimas para degradar o óleo, sua concentração pode atingir 10 bilhões de células por mililitro, tanto no meio de cultura quanto no ambiente natural. Ao consumirem o óleo, as bactérias hidrocarbonoclásticas produzem biomassa, podendo aumentar em mais de 1.000% seu conteúdo de lipídios e em 240% o de proteínas (CRAPEZ *et al.*, 2002).

No que diz respeito à bioaugmentação, a tendência mundial é associar diferentes bactérias, fungos e leveduras para alcançar resultados ainda melhores. Os pesquisadores estabelecem consórcios microbianos, dado que um único microrganismo dificilmente é capaz de realizar sozinho a descontaminação de uma área (ALVES FILHO, 2005).

a) Tempo de remediação da área:

PETROBRAS/UFRJ (2009) em testes com microcosmos percebeu resultados não tão satisfatórios com trabalhos em 2 meses. Os resultados em campo podem ter resultados em tempo diferente, visto que vários fatores naturais e típicos do ecossistema são somados ao processo. O mesmo autor observou resultados da aplicação da técnica em manguezais num período de 9 meses.

b) Dificuldade de Implementação:

A implementação de um projeto com aplicação de bioaugmentação é considerado muito difícil, pelo fato da necessidade de caracterização das comunidades microbianas existentes no sedimento e da quantidade existente dessas comunidades nas amostras coletadas, a identificação dos organismos hidrocarbonoclásticos, a realização de teste de antagonismos entre os

microorganismos e a montagem de consórcio de bactérias escolhidas e aquisição de equipamentos.

c) Dificuldade de Operação:

A aplicação da técnica é considerada simples, visto que se resume à colocação dos consórcios enterrados em cavas no sedimento do manguezal contaminado.

d) Manutenção da técnica:

É fundamental o acompanhamento da contagem de bactérias através de métodos convencionais, com periodicidade bimestral, para garantir o sucesso do processo. Os resultados desse acompanhamento podem gerar a necessidade de ajustes no procedimento, ou mesmo a necessidade de reaplicação da técnica.

e) Capacitação da equipe executora:

A equipe mínima deve ser formada no mínimo por:

- Um biólogo especialista em manguezais, que acompanhe e entenda a dinâmica do ecossistema;
- Um químico especialista em química orgânica para entender e avaliar o grau de degradação dos hidrocarbonetos no sedimento;
- Um profissional com doutorado na área de biotecnologia para a coordenação, montagem de estirpe, realizar testes de antagonismos entre as espécies encontradas, e montagem de consórcios para serem aplicados na biorremediação.

f) Resultados encontrados:

Ensaio em laboratório com bactérias hidrocarbonoclasticas capazes de consumir Benzeno, Tolueno e Naftaleno, isoladas e reintroduzidas em amostras de sedimento da baía da Ilha Grande - RJ aumentaram em mais de 200% a produção de CO₂, tornando mais rápida e eficaz a degradação do petróleo (CRAPEZ *et al.*, 2002).

Macedo *et al.* (2007) relatam que em estudo realizado com solo de Guararema - SP, contaminado por um derramamento de óleo cru, os resultados das análises das amostras degradadas por fungos foram comparados com os obtidos nos experimentos realizados com o consórcio microbiano constituído por uma linhagem de bactéria filamentosa e outra de levedura. Os estudos evidenciaram que *Aspergillus versicolor* apresentou um potencial em eficiência de biodegradação 46% maior do que o do referido consórcio. No entanto, destaca-se que a presença de concentrações elevadas de contaminante, onde o consórcio microbiano foi cultivado, pode ter favorecido a inibição da capacidade degradadora dos mesmos.

A eficácia da tecnologia deve ser testada, em laboratório, pela determinação da biomassa da população bacteriana (total e hidrocarbonoclastica), o isolamento e a manutenção de consórcios das bactérias que fazem a biodegradação, a medição da taxa de respiração (consumo de oxigênio e/ou produção de gás carbônico), a quantificação da atividade de enzimas ligadas à degradação do óleo e a determinação das taxas de degradação do poluente.

g) Custos:

Para a execução da técnica, faz-se necessário no mínimo da aquisição de equipamentos como freezer (-20°C), estufa incubadora refrigerada, espectrofotômetro, capela de fluxo laminar e autoclave. Com relação ao material de consumo podem-se listar enzimas e kits para biologia molecular, meios de cultura bacterianos, reagentes, vidrarias e plásticos descartáveis para uso em laboratório.

O custo total desse orçamento é de aproximadamente R\$ 282.400,00, sem levar em consideração os custos associados à alimentação, transporte ou monitoramentos (**Quadro 7**).

Quadro 7 – Planilha de formação de preço preliminar para aplicação de técnica de biorremediação por aplicação de bioaumentação em área hipotética de 200m² de manguezal contaminado por petróleo (SANTIAGO, 2012).

| TÉCNICA DE BIOAUMENTAÇÃO | | | | |
|--|------------------|---------------------|-------------------|-------------------|
| MÃO-DE-OBRA | | | | |
| CARGO/FUNÇÃO | QUANTIDADE MÉDIA | HORAS POR EMPREGADO | SALÁRIO DIA (R\$) | TOTAL (R\$) |
| Biólogo | 1 | 72 | 480,00 | 34.560,00 |
| Doutor em biotecnologia | 1 | 72 | 960,00 | 69.120,00 |
| Técnico ambiental | 2 | 144 | 320,00 | 92.160,00 |
| TOTAL DE MÃO-DE-OBRA DIRETA (R\$) | | | | 195.840,00 |

| EQUIPAMENTOS E MATERIAL DO PROJETO | | | |
|---|---------------------|----------------------|------------------|
| TIPO | QUANTIDADE PREVISTA | CUSTO UNITÁRIO (R\$) | TOTAL (R\$) |
| Freezer (-20°C) | 1 | 1.800,00 | 1.800,00 |
| Estufa incubadora refrigerada | 1 | 4.500,00 | 4.500,00 |
| Espectrofotômetro | 1 | 28.532,00 | 28.532,00 |
| Capela de fluxo laminar | 1 | 11.810,00 | 11.810,00 |
| Autoclave | 1 | 2.080,00 | 2.080,00 |
| | | | 0,00 |
| TOTAL DE EQUIPAMENTOS (R\$) | | | 48.722,00 |

| MATERIAL DE CONSUMO | | | |
|--|---------------------|----------------------|------------------|
| TIPO | QUANTIDADE PREVISTA | CUSTO UNITÁRIO (R\$) | TOTAL (R\$) |
| Enzimas | 9 | 1.000,00 | 9.000,00 |
| Kits para biologia molecular | 10 | 1.200,00 | 12.000,00 |
| Meios de cultura bacterianos | 9 | 100,00 | 900,00 |
| Reagentes | 10 | 1.500,00 | 15.000,00 |
| Vidrarias e plásticos descartáveis para uso em laboratório | 10 | 100,00 | 1.000,00 |
| | | | 0,00 |
| TOTAL DE FERRAMENTAS (R\$) | | | 37.900,00 |

| CUSTO TOTAL DO PROJETO | |
|---|-------------------|
| DESCRIÇÃO | CUSTOS (R\$) |
| TOTAL DE MÃO-DE-OBRA DIRETA | 195.840,00 |
| TOTAL DE EQUIPAMENTOS E MATERIAL DO PROJETO | 48.722,00 |
| TOTAL DE MATERIAIS DE CONSUMO | 37.900,00 |
| TOTAL (R\$) | 282.462,00 |

Para a aplicação da técnica faz-se necessário a aquisição de equipamentos e materiais para a montagem dos consórcios bacterianos. Dessa forma foram considerados os seguintes equipamentos:

- a) Capela de fluxo laminar horizontal de bancada com laterais- área em vidro – SP Labor;

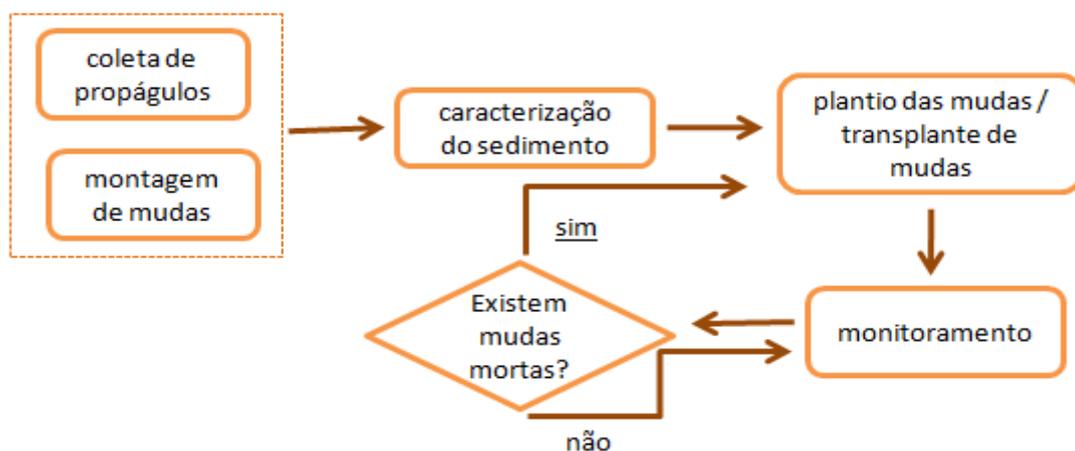
- b) Estufa incubadora Shaker Orbital – refrigerado – faixa de velocidade 10-500 RPM;
- c) Autoclave vertical com capacidade de 21 litros;
- d) Espectrofotômetro UV – visível com varredura – faixa de comprimento de onda 190 a 1100nm.

5.4 FITORREMEDIAÇÃO

Essa técnica que se baseia apenas no plantio da área impactada, é possível pelo fato das raízes em crescimento (extremidades e ramificações laterais) promovem a proliferação de microrganismos degradadores (fungos e bactérias) na rizosfera, que usam metabólitos exsudados da planta como fonte de carbono e energia (ANDRADE *et al.*, 2007). Além disso, as plantas podem secretar elas próprias enzimas biodegradativas (DINARDI *et al.*, 2007). As plantas de mangue participam da biorremediação através da difusão do oxigênio pelas raízes e para o sedimento onde os microrganismos estão localizados (CRAPEZ *et al.*, 2006). A aplicação da técnica está apresentada na **Figura 14**.

O número de microrganismos nos solos rizosféricos (fungos, bactérias e actinomicetos) é geralmente de 5 a 10 vezes maior que naqueles não-rizosféricos, podendo chegar a alguns casos a 100 vezes (PIRES *et al.*, 2007).

Figura 14 – Diagrama esquemático de aplicação da técnica de fitorremediação (SANTIAGO, 2012).



A zona radicular (rizosfera) das plantas possui a capacidade de biotransformar moléculas orgânicas exógenas, utilizando esses contaminantes como fonte de nutrientes para diversos microrganismos que coabitam nesta região. (DINARDI *et al.*, 2007). Plantas e microrganismos podem adsorver e/ou degradar hidrocarbonetos de petróleo independentemente um do outro.

PETROBRAS/UFRJ (2006) justificam a combinação do consórcio bacteriano com o replantio, pelo fato do sedimento e a rizosfera das espécies vegetais encontradas em manguezais serem uma fonte rica em microrganismos que podem ser de grande interesse biotecnológico.

a) Tempo de remediação da área:

Moreira (2010) desenvolveu estudo de degradação de hidrocarbonetos de petróleo através da fitorremediação com *Avicennia schaueriana* (mangue preto) e *Rizophora mangle* (mangue vermelho) e obteve resultados satisfatórios em 90 dias.

b) Dificuldade de Implementação:

Atividade considerada simples visto que se faz necessário apenas o conhecimento básico de jardinagem e conhecimento da dinâmica e ecologia dos manguezais, dependendo apenas da disponibilidade de propágulos.

c) Dificuldade de Operação:

Atividade considerada fácil visto que dependerá apenas de realizar ajustes necessários ao processo natural, como identificação de herbivoria, pragas, isolamento da área e envolvimento de possíveis comunidades de pescadores e marisqueiros para evitar pisoteamento das mudas plantadas.

É necessária a manutenção da técnica com ajustes contínuos da metodologia através da substituição das mudas mortas por outras vivas.

d) Manutenção:

É importante acompanhar mensalmente as taxas de fixação e crescimento das mudas, para percepção da resposta do ambiente e melhoria de qualidade da área. O resultado da taxa de fixação deve gerar ou não a necessidade de reaplicação da técnica ou adição de mudança de estratégia.

e) Capacitação da equipe executora:

A equipe mínima dever ser formada no mínimo por:

- Um biólogo especialista em manguezais, que acompanhe e entenda a dinâmica do ecossistema e realize o monitoramento dos vegetais e animais;
- Um químico especialista em química orgânica para entender e avaliar o grau de degradação dos hidrocarbonetos no sedimento;
- Um técnico com conhecimento básico de jardinagem.

f) Resultados encontrados:

Normalmente utilizado para processo de limpeza de locais pouco profundos e de baixos níveis de contaminação (ANDRADE *et al*, 2007).

Moreira (2010) observou após 3 meses a degradação de 87% de remoção de HTP nos teste desenvolvidos com *R. mangle* e 89% de degradação de HTP em testes com *A. Schaueriana*. Foi observado também o crescimento das bactérias existentes na rizosfera para uma média de 31×10^6 UFC/g.

g) Custos:

Para a execução da fitorremediação no manguezal não é necessário o uso de equipamentos e o material de consumo se resume a pás de jardinagem e sacos de mudas.

Para a avaliação dos custos foi considerado o plantio de mudas de aproximadamente 50,0 cm, com espaçamento de 50,0 cm entre as mudas, na área hipotética de 200m², num total de 400 mudas.

O custo total desse orçamento é de aproximadamente R\$ 127.260,00. Nesse orçamento não foram levadas em consideração as despesas referentes à alimentação, transporte dos profissionais, assim como os custos associados ao monitoramento (**Quadro 8**). Também não foram contabilizados os custos com o profissional de biotecnologia, visto que a presença do mesmo pode ser opcional.

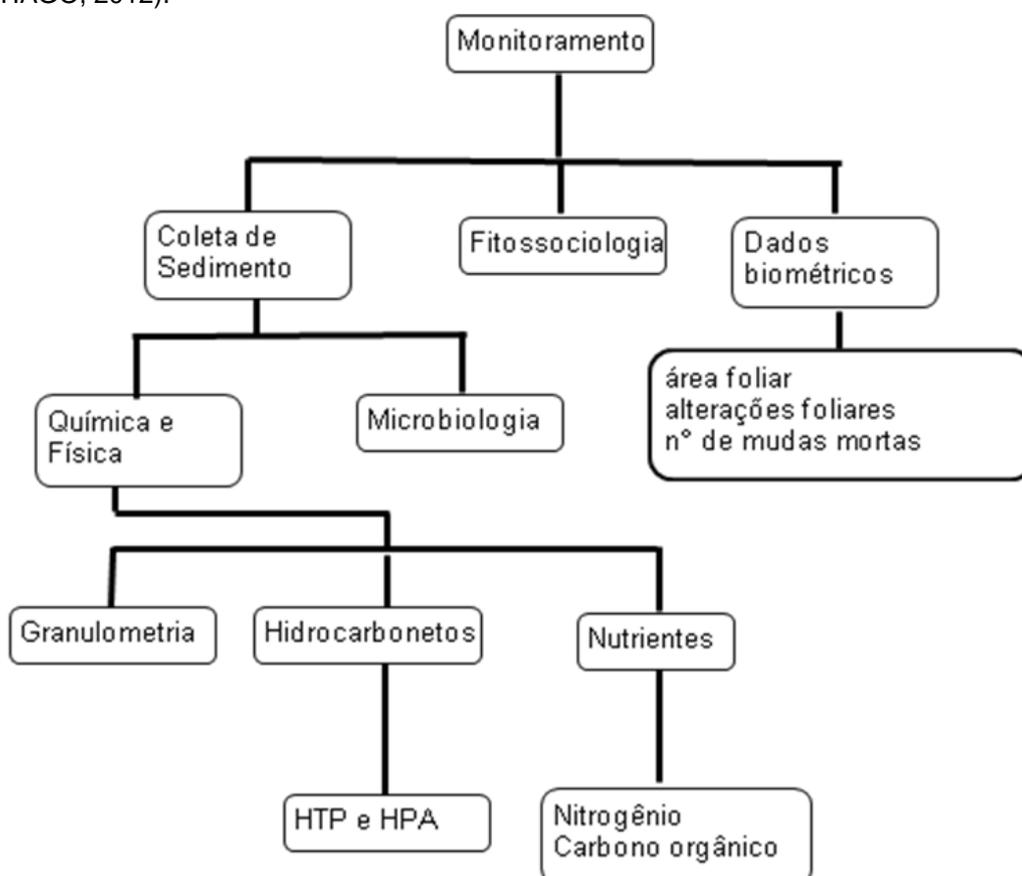
Quadro 8 – Planilha de formação de preço preliminar para aplicação de técnica de biorremediação por fitorremediação em área hipotética de 200m² de manguezal contaminado por petróleo (SANTIAGO, 2012).

| TÉCNICA DE FITORREMEDIAÇÃO | | | | |
|---|---------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|
| MÃO-DE-OBRA | | | | |
| CARGO/FUNÇÃO | QUANTIDADE MÉDIA | DIARIAS POR EMPREGADO | SALÁRIO DIA (R\$) | TOTAL (R\$) |
| Biólogo | 1 | 72 | 480,00 | 34.560,00 |
| Técnico ambiental | 2 | 144 | 320,00 | 92.160,00 |
| TOTAL DE MÃO-DE-OBRA DIRETA (R\$) | | | | 126.620,00 |
| EQUIPAMENTOS E MATERIAL DO PROJETO | | | | |
| TIPO | QUANTIDADE PREVISTA | CUSTO UNITÁRIO (R\$) | TOTAL(R\$) | |
| Pá de jardineiro | 2 | 20,00 | 40,00 | |
| Mudas | 400 | 4,00 | 1.600,00 | |
| | | | 0,00 | |
| TOTAL DE EQUIPAMENTOS (R\$) | | | | 1.640,00 |
| MATERIAL DE CONSUMO | | | | |
| TIPO | QUANTIDADE PREVISTA | CUSTO UNITÁRIO (R\$) | TOTAL (R\$) | |
| ----- | --- | --- | 0,00 | |
| ----- | --- | --- | 0,00 | |
| TOTAL DE FERRAMENTAS (R\$) | | | | 0,00 |
| CUSTO TOTAL DO PROJETO | | | | |
| DESCRIÇÃO | CUSTOS (R\$) | | | |
| TOTAL DE MÃO-DE-OBRA DIRETA | 126.620,00 | | | |
| TOTAL DE EQUIPAMENTOS E MATERIAL DO PROJETO | 1.640,00 | | | |
| TOTAL DE MATERIAIS DE CONSUMO | 0,00 | | | |
| TOTAL (R\$) | 127.260,00 | | | |

5.5 MONITORAMENTO

É importante acompanhar os HPA's e HTP da área, para percepção da resposta do ambiente e melhoria de qualidade do sedimento, assim como a contagem de microorganismos nas amostras, visto que os nutrientes proporcionam o crescimento de populações bacterianas, principalmente as hidrocarbonoclásticas (Figura 15).

Figura 15 – Diagrama esquemático sobre as análises a serem realizadas no monitoramento (SANTIAGO, 2012).



Se o local possui vegetais é interessante perceber a respostas desses, através do acompanhamento e contagem de propágulos vivos e mortos, biometria das folhas, aparência dos caules, quanto a deformidades e herbivoria, acompanhar a população de macroalgas (*Bostrichietum ssp.*) e macrofauna no local (PETROBRAS/UFRJ, 2009).

Os custos associados ao monitoramento prevê a realização de campanhas mensais de monitoramento para coleta e análise de sedimento para avaliação de HTP e HPAs, além de coleta de dados biológicos (contagem de espécimes vegetais com anomalia foliar, taxas crescimento, taxa de mortalidade, etc), conforme descrito no **Quadro 9**.

Quadro 9 – Planilha de formação de preço preliminar para monitoramento da área a ser recuperada (SANTIAGO, 2012).

| MONITORAMENTO | | | | |
|--|------------------|----------------------|-------------------|-----------------|
| MÃO-DE-OBRA | | | | |
| CARGO/FUNÇÃO | QUANTIDADE MÉDIA | DIARIA POR EMPREGADO | SALÁRIO DIA (R\$) | TOTAL (R\$) |
| Biólogo | 1 | 6 | 480,00 | 2.880,00 |
| Técnico químico | 1 | 6 | 320,00 | 1.920,00 |
| Técnico ambiental | 1 | 6 | 320,00 | 1.920,00 |
| TOTAL DE MÃO-DE-OBRA DIRETA (R\$) | | | | 6.720,00 |

| EQUIPAMENTOS E MATERIAL | | | | |
|------------------------------------|---------------------|----------------------|-------------|--------------|
| TIPO | QUANTIDADE PREVISTA | CUSTO UNITÁRIO (R\$) | TOTAL (R\$) | |
| Pá de jardineiro | 2 | 20,00 | 40,00 | |
| ---- | --- | --- | --- | |
| | | | | 0,00 |
| TOTAL DE EQUIPAMENTOS (R\$) | | | | 40,00 |

| OUTROS CUSTOS | | | | |
|--------------------------------------|---------------------|----------------------|-------------|-------------------|
| TIPO | QUANTIDADE PREVISTA | CUSTO UNITÁRIO (R\$) | TOTAL (R\$) | |
| Análise química (HPAs, HTP, alcanos) | 108 | 1300,00 | 140.000,00 | |
| ----- | --- | --- | 0,00 | |
| TOTAL DE FERRAMENTAS (R\$) | | | | 140.000,00 |

| CUSTO TOTAL DO PROJETO | |
|----------------------------------|-------------------|
| DESCRIÇÃO | CUSTOS (R\$) |
| TOTAL DE MÃO-DE-OBRA DIRETA | 6.720,00 |
| TOTAL DE EQUIPAMENTOS E MATERIAL | 40,00 |
| TOTAL DE OUTROS CUSTOS | 140.000,00 |
| TOTAL (R\$) | 146.760,00 |

5.6 AVALIAÇÃO DAS TÉCNICAS DE BIORREMEDIAÇÃO

Muitos dos estudos avaliados neste trabalho apresentaram associação das técnicas entre si, sendo que a técnica mais utilizada para associação é a fitorremediação.

Na busca de realizar uma avaliação entre as técnicas descritas, foi montada uma matriz de critérios (**Quadro 10**) e uma matriz de comparação (**Quadro 11**), atribuindo valores com base nos parâmetros discutidos anteriormente, utilizando o critério de quanto maior o peso dado, pior o resultado.

Tempo de recuperação:

- 1 – a área apresentou resultados satisfatórios em até 12 meses;
- 2 – a área apresentou resultados satisfatórios entre 12 e 24 meses;
- 3 – a área apresentou resultados satisfatórios entre 24 e 36 meses;
- 4 – a área apresentou resultados satisfatórios a partir de 36 meses.

Dificuldade de implementação:

- 1 – simples;
- 2 – moderado;
- 3 – difícil;
- 4 – muito difícil.

Dificuldade de operação:

- 1- simples, sem a necessidade de ajustes na metodologia durante a operação
- 2- moderado, com possibilidade de ajustes na metodologia durante a operação;

- 3- difícil;
- 4- muito difícil.

Manutenção:

- 1 – para simples acompanhamento dos resultados, com periodicidade esparsa (bimestral ou semestral);
- 2 - para simples acompanhamento dos resultados, com periodicidade curta (quinzenal ou mensal);
- 3 - fundamental para manutenção da aplicação da técnica, com periodicidade esparsa (bimestral ou semestral);
- 4 - fundamental para manutenção da aplicação da técnica, com periodicidade curta (quinzenal ou mensal).

Capacitação da equipe:

- 1 – nenhuma (sem necessidade de profissionais – pode ser feito por qualquer pessoa da comunidade)
- 2 - básica (apenas com nível de graduação tecnológico tradicional para os profissionais necessários);
- 3 – especializada (quando necessária especialização em determinada área);
- 4 – avançada (quando necessário doutorado além da especificação de determinada área).

Resultados esperados:

- 1 - quando os resultados encontrados superam os considerados perfeitos, ou seja, a redução dos hidrocarbonetos foi mais que 90% dos valores iniciais

- 2 – quando os resultados encontrados são considerados satisfatórios, ou seja, a redução dos hidrocarbonetos foi maior que 50% e menor que 90% dos valores iniciais;
- 3 - quando os resultados encontrados não são considerados satisfatórios, ou seja, apresentaram redução dos hidrocarbonetos do sedimento estudado menor que 50% dos valores iniciais;
- 4 – quando a técnica aplicada não apresentou resultados.

Custo total (considerando-se a aplicação da técnica em área de 200m²):

- 1– baixo (abaixo da ordem de R\$ 50.000,00);
- 2 – razoável (quando o valor está entre R\$ 50.000,00 e R\$ 150.000,00);
- 3 – alto (quando o valor está entre de R\$ 150.000,00 e 250.000,00);
- 4 - muito alto (quando o valor está acima de R\$ 250.000,00)

Quadro 10 – Matriz com critérios utilizados na avaliação e comparação das técnicas de biorremediação em manguezais impactados por petróleo e seus derivados (SANTIAGO, 2012).

| PESO | TEMPO | DIFICULDADE IMPLEMENT. | DIFICULDADE OPERAÇÃO | MANUTENÇÃO (ACOMPANHAM.) | CAPACIDADE EQUIPE | RESULTADOS | CUSTO |
|------|----------|------------------------|----------------------|--|------------------------|------------|--------------------------|
| 1 | < 12 m | Simples | Simples | Simples - frequência (bimestral ou semestral) | Nenhuma | >90% | <R\$ 50.000,00 |
| 2 | 12 - 24m | Moderado | Moderado | Simples - frequência (quinzenal ou mensal) | Básica – com graduação | 50%-90% | R\$ 50.000 a 150.000 |
| 3 | 24 - 36m | Difícil | Difícil | Fundamental -frequência (bimestral ou semestral) | Especializada | <50% | R\$150.000 a R\$ 250.000 |
| 4 | >36m | Muito difícil | Muito difícil | Fundamental - frequência (quinzenal ou mensal) | Avançada | ~ 0% | >250.000 |

Quadro 11 – Matriz de avaliação e comparação das técnicas de biorremediação em manguezais impactados por petróleo e seus derivados (SANTIAGO, 2012).

| Parâmetros Técnica | Tempo | Implementação | Operação | Manutenção | Capacitação | Resultados | Custos | Total |
|-------------------------------------|--------------|----------------------|-----------------|-------------------|--------------------|-------------------|---------------|--------------|
| Aeração | 1 | 3 | 2 | 4 | 3 | 3 | 2 | 18 |
| Bioestimulação | 2 | 2 | 2 | 4 | 3 | 1 | 1 | 15 |
| Bioaugmentação | 1 | 4 | 1 | 3 | 4 | 3 | 4 | 20 |
| Fitorremediação | 1 | 1 | 1 | 4 | 3 | 3 | 2 | 15 |
| Total | 5 | 10 | 6 | 15 | 13 | 10 | 9 | |

Analisando a planilha, pode-se observar que:

- O parâmetro custo referente à implementação e execução da técnica não tem peso significativo para a aplicação das técnicas, exceto para a bioaumentação, pois a aquisição e manutenção dos equipamentos de laboratório tem custo elevado.
- O parâmetro “Manutenção” causou impacto sobre todas as técnicas de biorremediação, o que pode ser interpretado como um item de importância.
- As técnicas mais fáceis de aplicação, considerando as análises foram consideradas a fitorremediação e a bioestimulação. Vale ressaltar que a fitorremediação apesar das facilidades em sua aplicação, apresenta resultados mais lentos.
- A bioaumentação tem como pontos negativos a alta complexidade de implementação e a necessidade de uma equipe avançada, com a exigência de um profissional com doutorado na área de biotecnologia para a formação de consórcios bacterianos, além dos altos custos;
- Pode-se considerar a bioestimulação como a melhor técnica a ser aplicada, devido à facilidade em sua aplicação e o monitoramento ser importante apenas para acompanhamento dos resultados e baixos custos para sua implementação e execução.
- Deve-se destacar que a única técnica de remediação no sedimento de manguezais sem custos, além dos relativos ao monitoramento é a atenuação natural, que também pode apresentar bons resultados (ALMEIDA & SILVA, ___).

Para o bom desenvolvimento de um projeto de biorremediação, seja qual for a técnica a ser aplicada, três fases ou etapas são fundamentais: a caracterização inicial do sedimento (análises físicas, físico-químicas e biológicas do sedimento, características do contaminante e sua biodegradabilidade), experimentos em laboratório para identificar as dificuldades do processo e entender todo o mecanismo de sucesso da técnica, que ajudará a perceber a degradação dos contaminantes e a evolução das atividades microbianas (SANTIAGO, 2007).

Deve-se ainda avaliar a possibilidade da não aplicação de nenhuma técnica de biorremediação, utilizando os recursos encontrados na natureza, através da atenuação natural da contaminação da área.

6 AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO AMBIENTAL DA COMUNIDADE DE MATARIPE- DISTRITO DE SÃO FRANCISCO DO CONDE – BA

Para a pesquisa de percepção da comunidade de São Francisco do Conde, trinta pessoas de Mataripe, distrito de São Francisco do Conde foram entrevistados. Esse distrito foi escolhido pelo fato de estar localizado na região nordeste da BTS, próximo ao centro de produção, refino e transporte de petróleo e seus derivados.

A pesquisa foi realizada a partir da aplicação de questionário, com 27 perguntas divididas em 4 blocos: Bloco 1 – Condição Sócio-Demográfica, Bloco 2 – Uso e Ocupação dos Manguezais, Bloco 3 – Percepção do Ecossistema Manguezal e Bloco 4 – Impactos e Condições dos Manguezais Locais. Ver modelo no Anexo I.

A entrevista foi direcionada para marisqueiros e catadores e para isso foram entrevistadas ao acaso pessoas que saíam da Associação Flor de Lótus e Associação de Pescadores Deus Dará, onde as mesmas estarem em atividade de cadastramento de pessoal.

6.1 CONDIÇÕES SÓCIO-DEMOGRÁFICAS

6.1.1 Características populacionais

A área total do município de São Francisco do Conde é de 262,855 km² e a população total do município é de 33.183 pessoas, com densidade demográfica de 126,24 hab/km², caracterizada por uma comunidade menos anciã, conforme apresentada na **Figura 16 e Figura 17A e B** (IBGE, 2010).

Segundo IBGE (2010) quase metade (51,17%) é constituída pelo gênero feminino.

Figura 16 – Pirâmide etária da comunidade de São Francisco do Conde – BA (Fonte: IBGE, 2010).

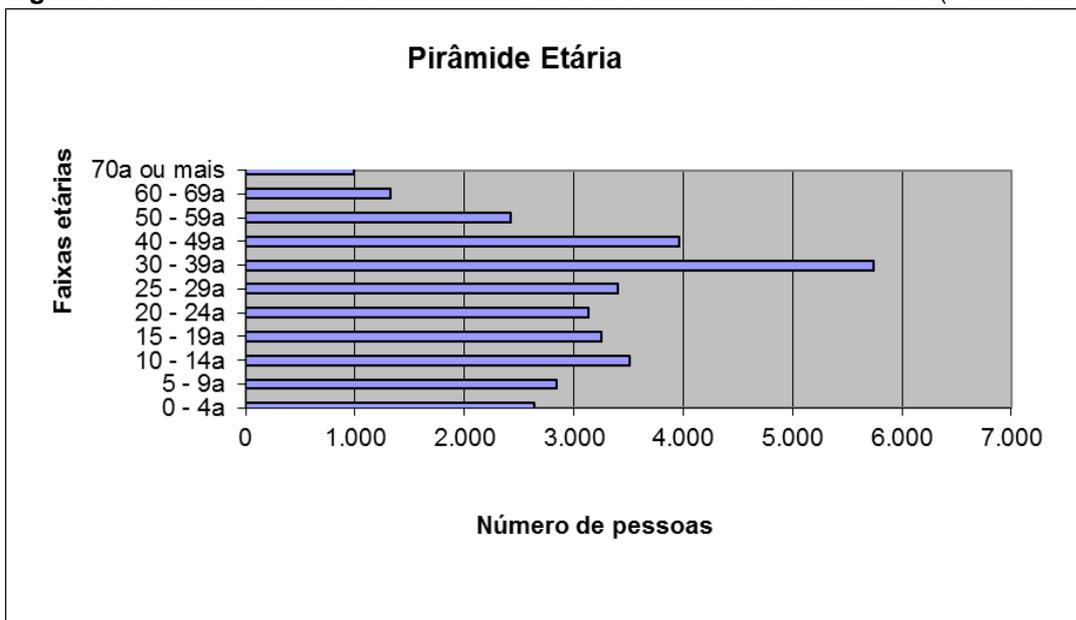
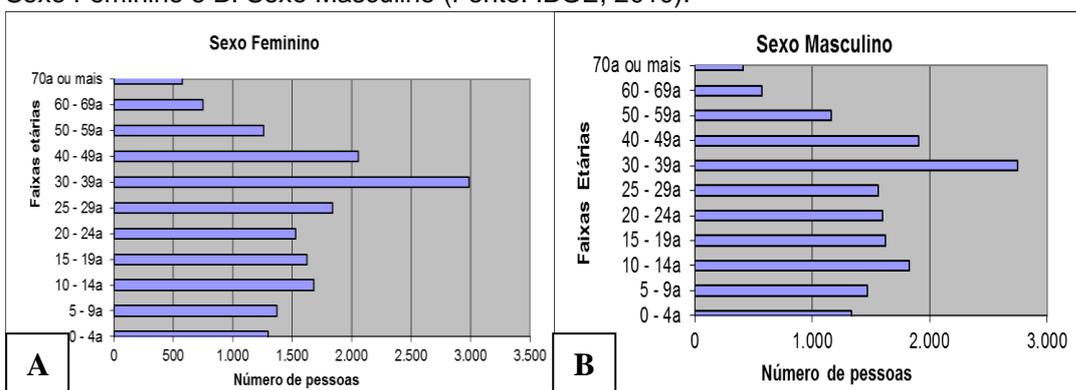


Figura 17 – Distribuição etária da comunidade de São Francisco do Conde – BA, por gêneros. A: Sexo Feminino e B: Sexo Masculino (Fonte: IBGE, 2010).

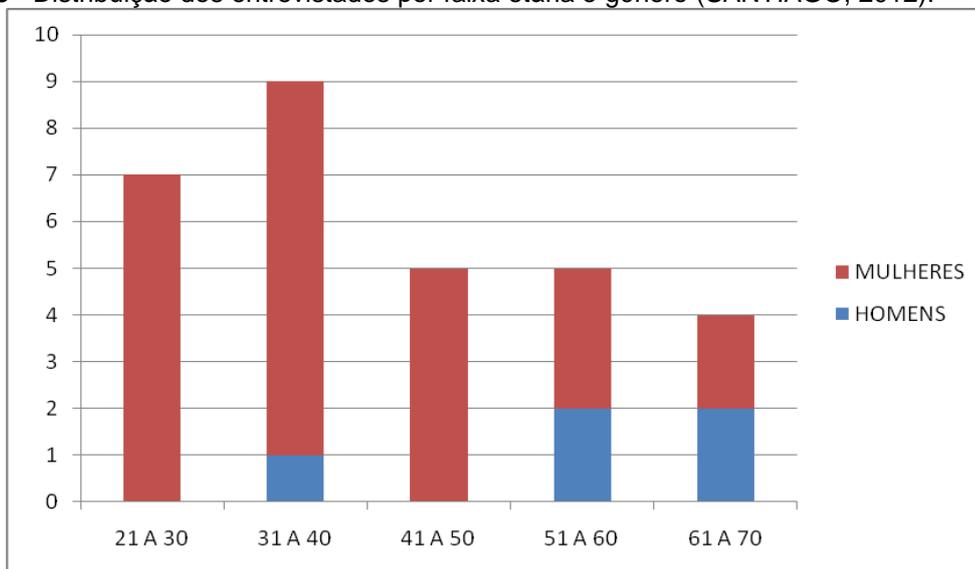


Para a pesquisa de percepção da comunidade de Mataripe, distrito de São Francisco do Conde, foram entrevistadas 30 (trinta) pessoas, sendo 25 (vinte e cinco) mulheres e 05 (cinco) homens. Pangea (2005) justifica essa diferença entre o número de homens e mulheres quando relata que a mariscagem é exercida por crianças e mulheres. Estas em alguns casos acumulam as funções de chefe da família e dona de casa.

Analisando os dados apresentados na **Figura 18** quanto à faixa etária e gênero dos respondentes, pode-se perceber que as marisqueiras com menos de 50 anos são em sua totalidade do sexo feminino, tendo apenas um indivíduo do sexo masculino na faixa de 31 a 40 anos, contrastando com a faixa de mais de 50 anos,

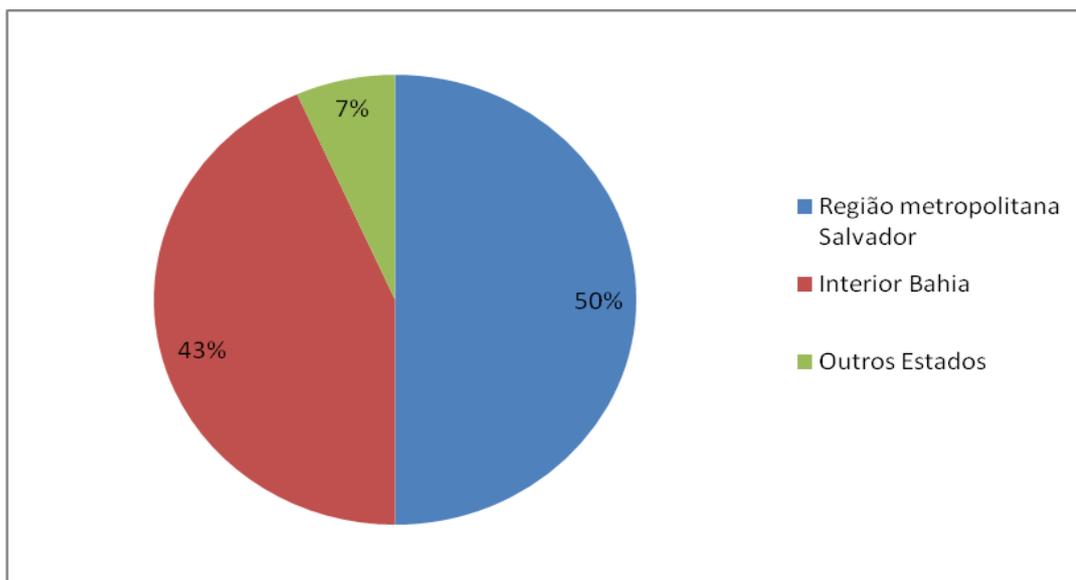
onde foi encontrada a maior concentração do sexo masculino (2 na faixa de 51 a 60 e 2 na faixa de 61 a 70).

Figura 18 - Distribuição dos entrevistados por faixa etária e gênero (SANTIAGO, 2012).



Conforme se pode observar na **Figura 19**, a maioria dos entrevistados são oriundos da Região Metropolitana de Salvador, porém apenas 6 pessoas são do Município de São Francisco do Conde, onde destes, apenas 2 são nascidos no distrito de Mataripe. Dos 12 municípios da Região Metropolitana de Salvador mencionados pelos entrevistados, além de São Francisco do Conde, foram citados os municípios de Salvador, Camaçari, Candeias, Madre de Deus, Pojuca, São Sebastião do Passé.

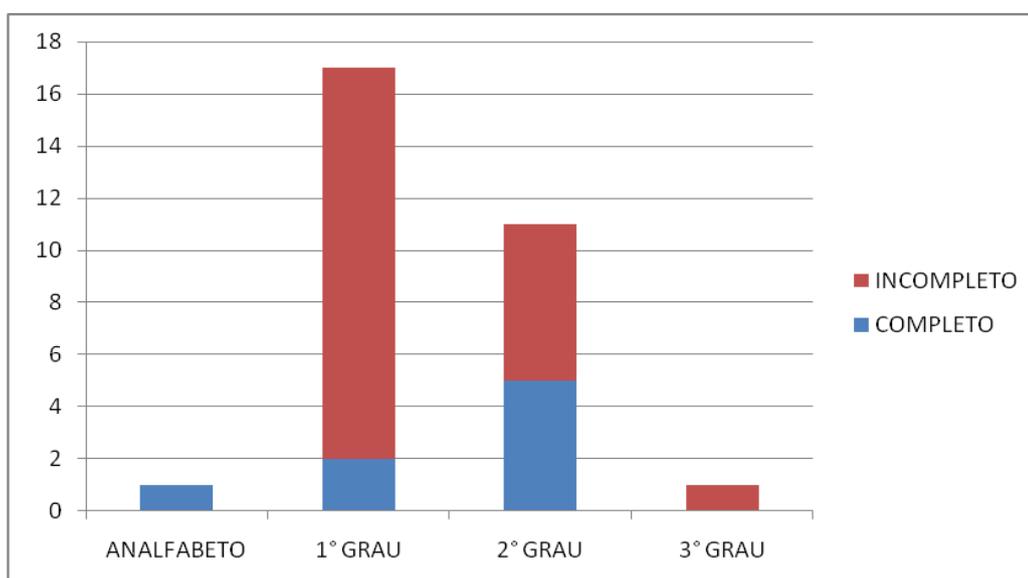
Figura 19 – Distribuição dos entrevistados quanto à sua origem (SANTIAGO, 2012).



6.1.2 Escolaridade

Analisando o perfil dos entrevistados quanto à escolaridade (**Figura 20**), pode-se considerar a maioria como alfabetizados funcionais, segundo classificação de Ribeiro (1997), visto que 80% dos mesmos não concluíram o segundo grau, sendo que 17 pessoas dentre os 30 entrevistados possuem apenas o 1º grau ou fundamental. Esse fato pode estar relacionado ao fato das escolas presentes nas proximidades oferecerem somente as quatro primeiras séries do ensino fundamental.

Figura 20 - Distribuição dos entrevistados quanto à sua escolaridade (SANTIAGO, 2012).



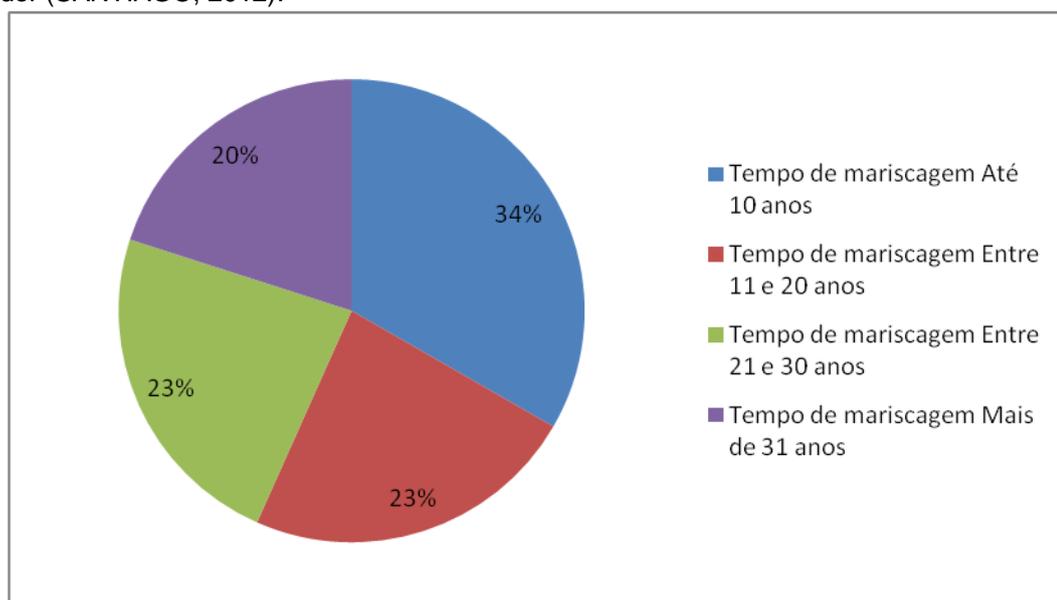
Vale destacar que um entrevistado informou ter cursado o primeiro ano do curso superior em assistência social e que apenas duas pessoas mantêm seus estudos atualmente.

6.2 USO E OCUPAÇÃO DOS MANGUEZAIS DE MATARIPE

Todos informaram ter a mariscagem como atividade primária (**Figura 21**), sendo que 26,7% informaram possuir um segundo ofício, como vendedoras informais, artesãs, ou lavadeira. Dos entrevistados com menos tempo como catadores, apenas um declarou ter apenas um ano de atividade.

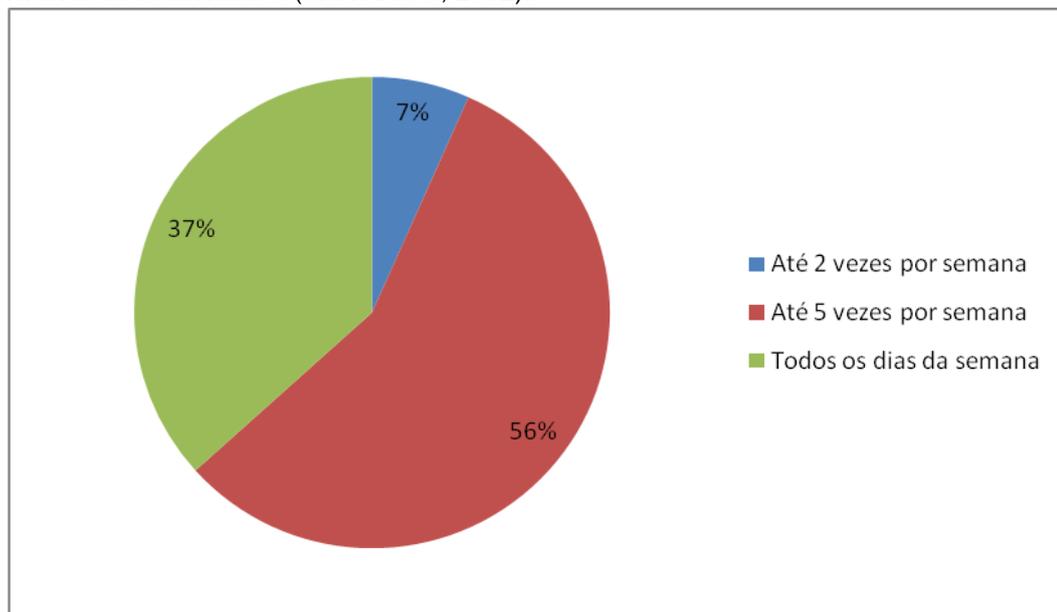
Não foi possível aqui saber se o fato dos entrevistados possuírem a mariscagem ou pesca como atividade primária, deve-se a um fator cultural ou mesmo por um “falta de opção”.

Figura 21 – Distribuição dos entrevistados por tempo de atividade como marisqueiro ou catador (SANTIAGO, 2012).



A frequência de mariscagem varia de acordo com os objetivos da atividade. Dos 93% dos entrevistados que realizam o extrativismo com frequência de 5 a 7 dias por semana (**Figura 22**), apenas 1 (um) não marisca para vender.

Figura 22 – Frequência em que os entrevistados adentram as áreas de manguezais para desenvolver suas atividades (SANTIAGO, 2012).



A comunidade entrevistada mora muito próxima às áreas de manguezais e em alguns casos pode-se perceber que houve aterro de área devido principalmente a uma ocupação desordenada, como pode ser observado nas **Figuras 23 e 24**. Dos entrevistados, apenas 1 (uma) pessoa se considera morando distante dos manguezais da região.

Figura 23 – Distância entre as residências dos entrevistados e as áreas de manguezais de Mataripe, informado pelos entrevistados, segundo a percepção do entrevistado (SANTIAGO, 2012).

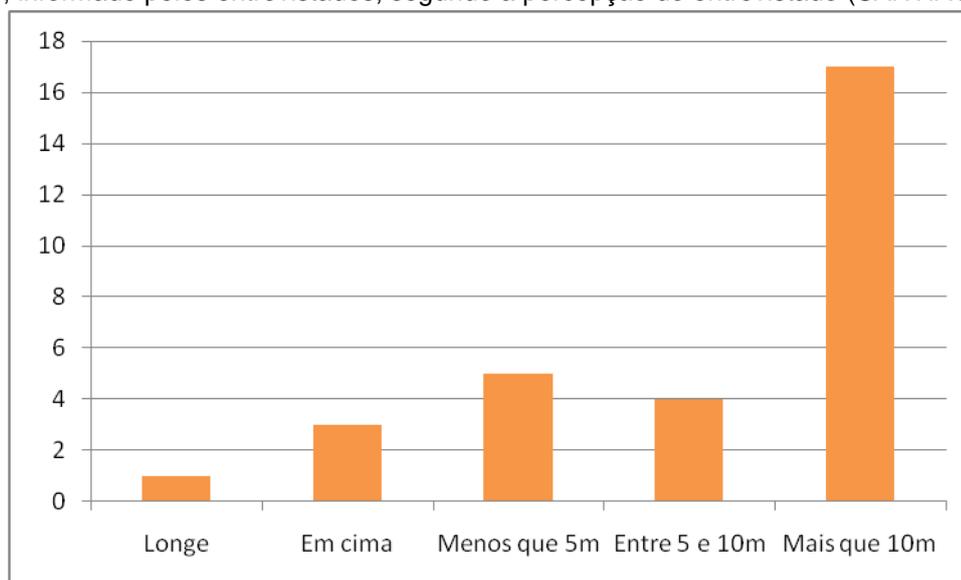


Figura 24 – Foto mostrando a proximidade das casas às áreas de manguezal na comunidade do Caípe – São Francisco do Conde – BA (Santiago, 2012).



6.3 A PERCEPÇÃO DA COMUNIDADE SOBRE O MANGUEZAL

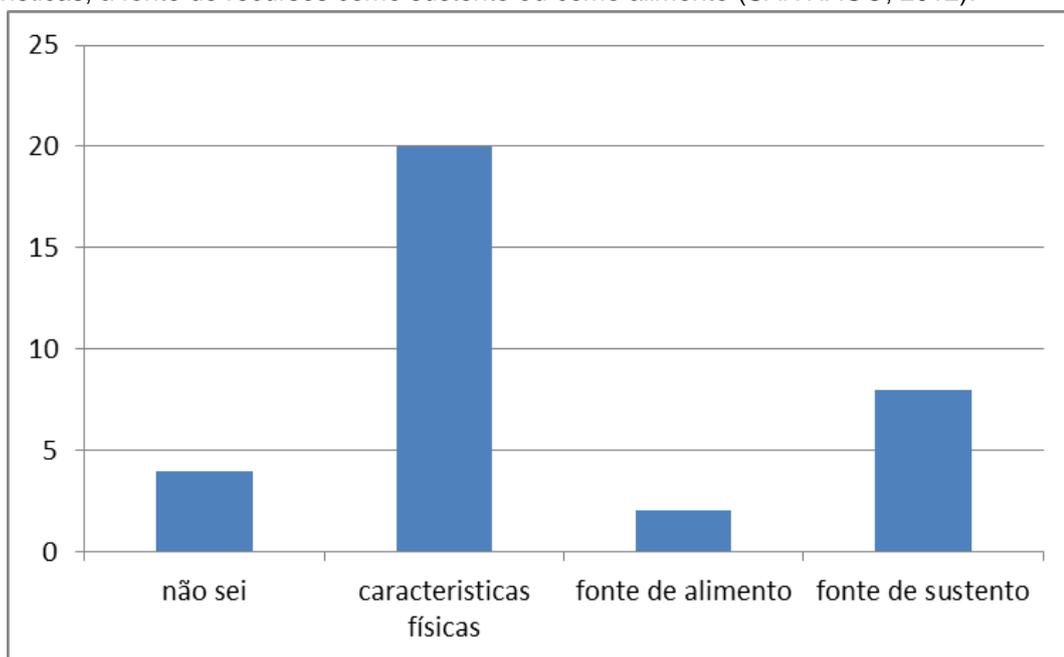
Para analisar a percepção dos entrevistados quanto ao ecossistema manguezal, foram feitas perguntas abertas. Para contabilizar as respostas, as respostas que citavam as palavras “lama”, “vegetação” ou mesmo quando era citado algum animal foram consideradas como “características físicas”. A palavra “alimento” foi contabilizada como “fonte de alimento”, “sustento” ou “sustentabilidade” foram consideradas como fonte de sustento. Alguns entrevistados citaram mais de uma opção.

Dos trinta entrevistados, quatro pessoas responderam que não saberiam explicar o ecossistema, enquanto que a maioria associa o manguezal às suas características físicas, como pode ser observado na **Figura 25**. A falta de condições para responder a pergunta não pode ser justificada pela falta de conhecimento do ambiente, visto que 3 (três) dos 4 (quatro) são marisqueiros há mais de 20 anos de atividade. Quanto à escolaridade, os entrevistados possuem pelo menos o primeiro grau incompleto.

Apesar da relação de uso dos manguezais pelos entrevistados para o extrativismo, a maioria ainda destacou o ambiente físico (características típicas do ecossistema) como pontos de destaque para explicar o manguezal, quando apresentaram em suas falas palavras que citavam as características físicas do ecossistema.

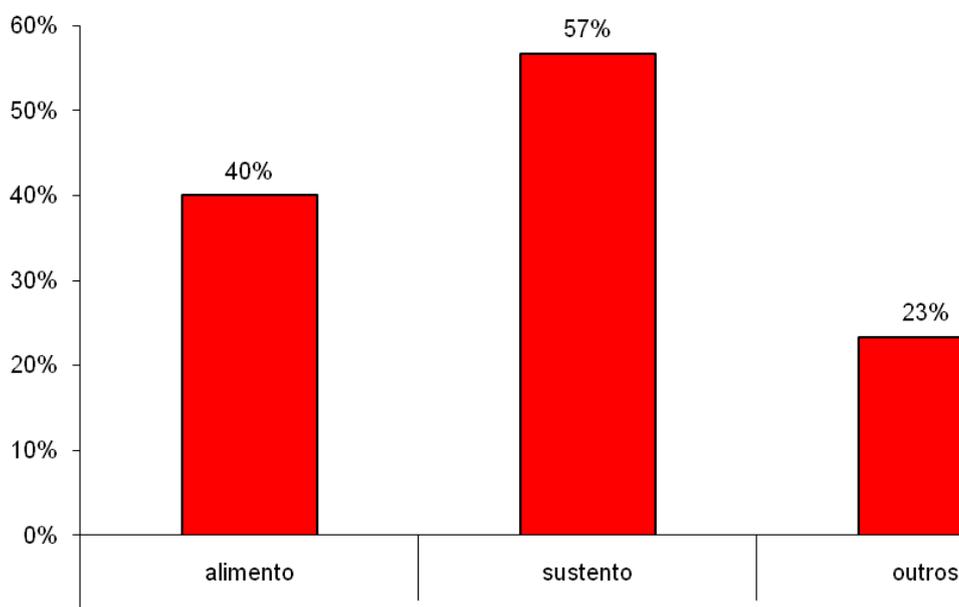
Santiago (2007) se surpreende quando em entrevista a pescadores e marisqueiros, um dos entrevistados usa a palavra “diferente” para descrever o manguezal, apesar dele mesmo ter associado o ecossistema à fonte de sustento da família. A expectativa é que a presença frequente do entrevistado no ecossistema levaria a considera-lo comum, e não diferente.

Figura 25 – Percepção dos entrevistados quanto ao ecossistema manguezal, associado às suas características, à fonte de recursos como sustento ou como alimento (SANTIAGO, 2012).



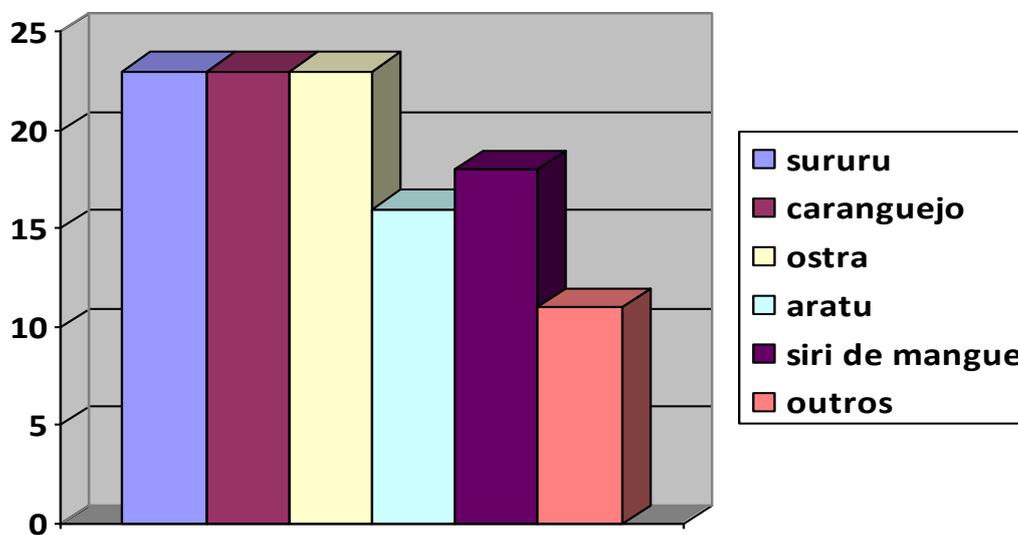
Quando avaliada a significância da atividade de mariscagem para os entrevistados percebe-se que esse fator está intensamente ligado à manutenção da família, seja pela alimentação ou pela geração de renda familiar, conforme apresentado na **Figura 26**.

Figura 26 – Gráfico de significância da atividade de mariscagem para os entrevistados (SANTIAGO, 2012).



Sobre os recursos disponíveis nos manguezais da região, todas as respostas citaram animais endêmicos do ecossistema (**Figura 27**). Houve apenas um registro que citou a vegetação como um recurso, o que se pode interpretar que o entrevistado, faz uso do corte de árvores para montagem de artefatos de pesca ou mesmo para lenha.

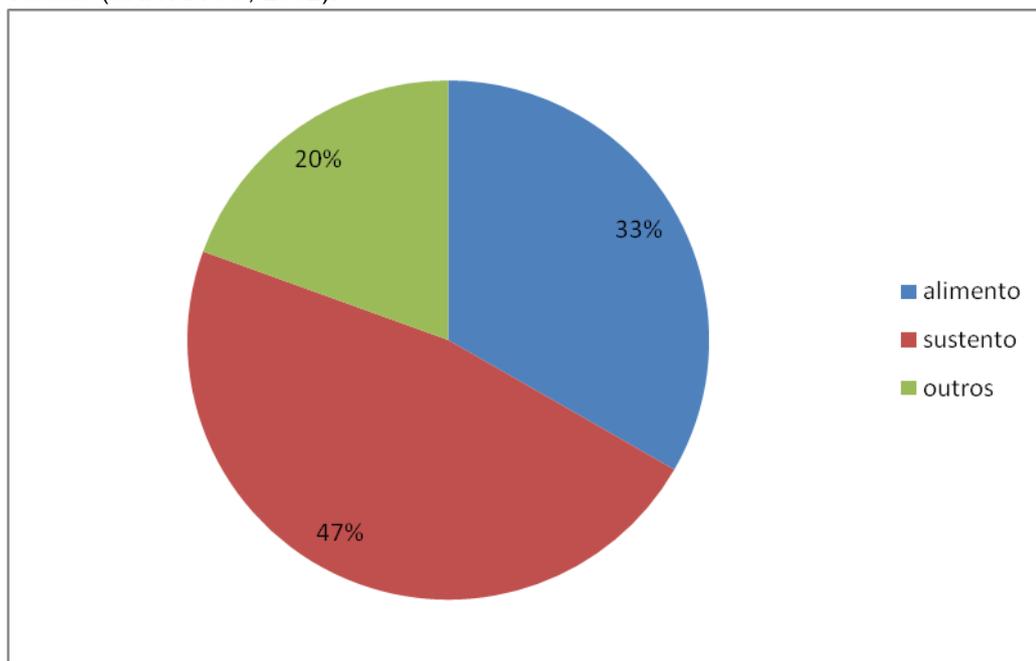
Figura 27 – Apresentação das palavras e número de vezes que as mesmas apareceram como respostas sobre os recursos disponíveis nos manguezais locais, pelos entrevistados (SANTIAGO, 2012).



Sobre a importância dos manguezais para os entrevistados, observa-se na **Figura 28**, que a maioria enxerga a importância socioeconômica e sobrevivência para a família. Apenas 06 pessoas apresentaram uma percepção mais ecológica, quando associaram a importância dos manguezais às questões como vida, natureza ou preservação. Esse resultado está de acordo como os resultados apresentados por Rodrigues & Farrapeira (2008), quando observaram em pesquisa realizada com estudantes de escola pública que a importância dos manguezais assinalada por eles em sua maioria, também foi à importância socioeconômica.

Esse resultado se assemelha aos resultados apresentados na **Figura 26**, porém se contrapõe aos resultados da **Figura 25**, quando o maior percentual de entrevistados indica ter percepção do ecossistema associada ao ambiente físico e não ao uso do ecossistema.

Figura 28 – Resultado da pesquisa quanto a importância do ecossistema manguezal para o entrevistado (SANTIAGO, 2012).



É interessante perceber que a maioria dos entrevistados percebe o manguezal por suas características, enquanto que sua importância para eles é a disposição dos recursos para seu sustento.

6.4 A PERCEPÇÃO SOBRE OS IMPACTOS AMBIENTAIS NOS MANGUEZAIS LOCAIS

Aproximadamente 80% dos entrevistados percebem uma relação negativa de sua comunidade com os manguezais locais, quando descrevem o desmatamento e a presença de lixo e esgoto nas proximidades dos manguezais, como pode ser observado nas **Figuras 29 e 30**.

Figura 29- Número de vezes que palavras associadas aos impactos gerados pela comunidade do entrevistado em manguezais locais (SANTIAGO, 2012).

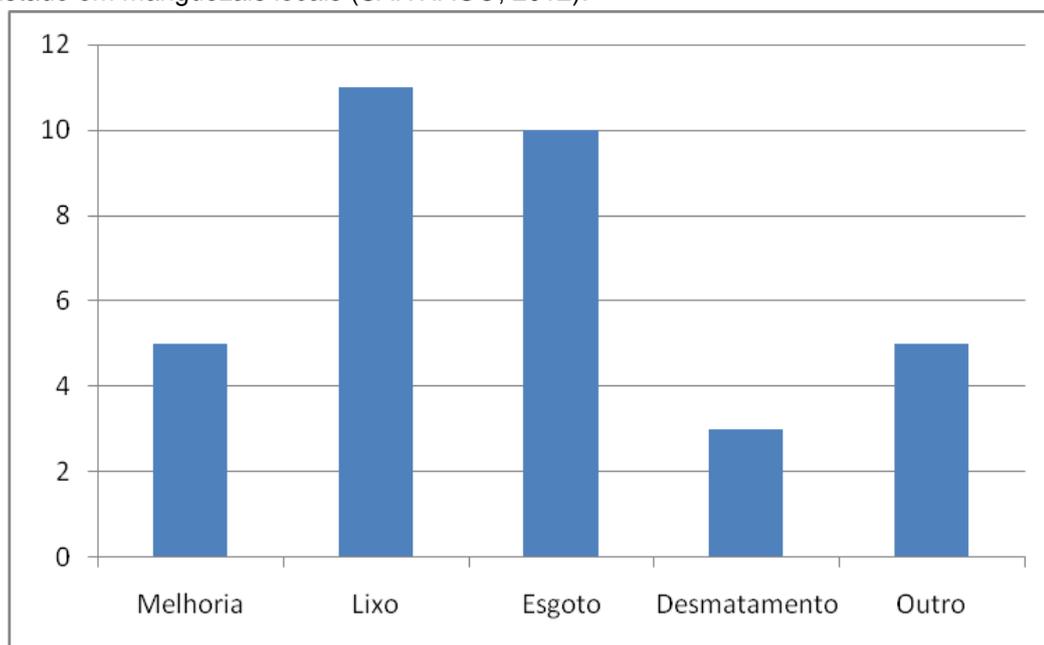


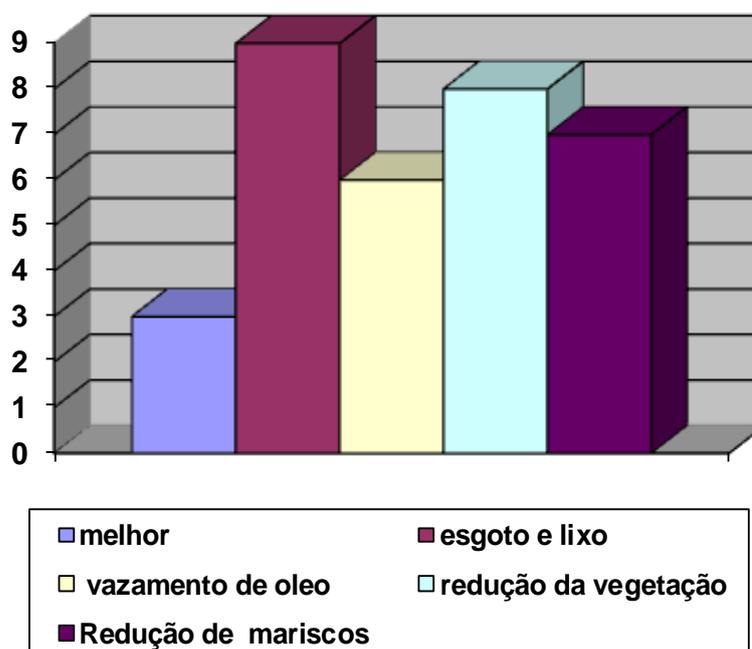
Figura 30 – Fotos de áreas de manguezais na comunidade do Caípe – São Francisco do Conde – BA apresentando impactos. A: lixo urbano na área de manguezal; B: lixo urbano depositado fora de coletores; C: presença de esgoto indo para manguezal; D: galhos da vegetação de manguezal cortado para utilização futura (SANTIAGO, 2012).



Apesar das áreas de manguezais mais próximas da comunidade sofrerem bastante ação de corte, é interessante observar que apenas 03 (três) dos entrevistados destacaram o desmatamento dos manguezais como impactos causados pela comunidade. É de se notar também o fato de nenhuma resposta ter sido relacionada à presença de óleo no ecossistema, visto que a comunidade pesqueira adentra os manguezais com suas latas de solvente ou óleo para espantar os mosquitos e mesmo suas embarcações têm seus motores lavados na beira d'água. A falta de percepção desses fatores de poluição pode ser justificada pelo fato de ser corriqueiro ou pela quantidade levada ser pequena.

Quando perguntado se, no período em que mora no local, o entrevistado percebeu alguma alteração (impactos) nos manguezais locais, observa-se que dos 70% que percebem algum tipo de mudança, aproximadamente 14% percebe mudanças positivas nos manguezais locais. As mudanças mais citadas foram poluição por esgotos e lixo e redução da vegetação (**Figura 31**). Nove pessoas informaram não perceber alterações nos manguezais locais.

Figura 31 – Alterações observadas e citadas pelos entrevistados, apresentadas em número de vezes em que foram citadas (SANTIAGO, 2012).



Não foi analisado nesse item se a redução de vegetação ou recursos do manguezal está associada ou não à presença de lixo, esgotos ou mesmo vazamentos de petróleo e seus derivados. Foi observada apenas a percepção do entrevistado, mesmo que de forma isolada.

Foi perguntado ainda o que o entrevistado entendia que poderia ser feito em relação às mudanças que considerava prejudiciais ao manguezal. Pelo fato das respostas serem espontâneas e abertas foram compiladas as sugestões dadas. Cada entrevistado tinha o direito de falar mais de uma sugestão (**Quadro 12**). As respostas sem repetição, como por exemplo, reeducar, evitar vazamento ou derrame, cercar o manguezal e ter fiscalização, foram consideradas como “Outros”.

Quadro 12 – Quantidade de respostas dadas sobre atividades que poderiam ser realizadas em relação aos prejuízos observados nos manguezais. Respostas obtidas na pergunta 2 do Bloco 4, representado em unidades (SANTIAGO, 2012).

| Respostas únicas | | | | Respostas conjugadas | | | Outros |
|-----------------------|-----------|------------|------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|--------|
| Retirar lixo e esgoto | Replântio | Reeducação | Evitar vazamento | Retirada de lixo + replântio | Retirada de lixo + reeducação | Retirar lixo + evitar vazamento | |
| 8 | 2 | 2 | 5 | 4 | 4 | 1 | 6 |

Quando perguntado aos entrevistados sobre as medidas a serem tomadas, mais direcionadas às pessoas da comunidade, visando a melhoria dos manguezais locais, observam-se a “reeducação” e “mutirões” como as palavras mais citadas. As respostas eram abertas e espontâneas. A reeducação foi citada por 50% dos entrevistados e mutirão por aproximadamente 43%. Dos mutirões, foram citados 4 vezes os de limpeza (31%) e 9 vezes de replântio (69%).

Quando perguntado o que o próprio entrevistado faria se o manguezal onde ele marisca estivesse em processo de melhoria de qualidade (por exemplo: replântios), percebe-se que a maioria (90%) se predispõe a participar de alguma forma em prol da melhoria de qualidade do ambiente, seja ajudando a plantar, ou mesmo atuando junto à própria comunidade.

Deve-se destacar ainda que os entrevistados mostram-se dispostos a procurar outra área para o extrativismo. Esse fator é fundamental para o sucesso de atividades como plantios.

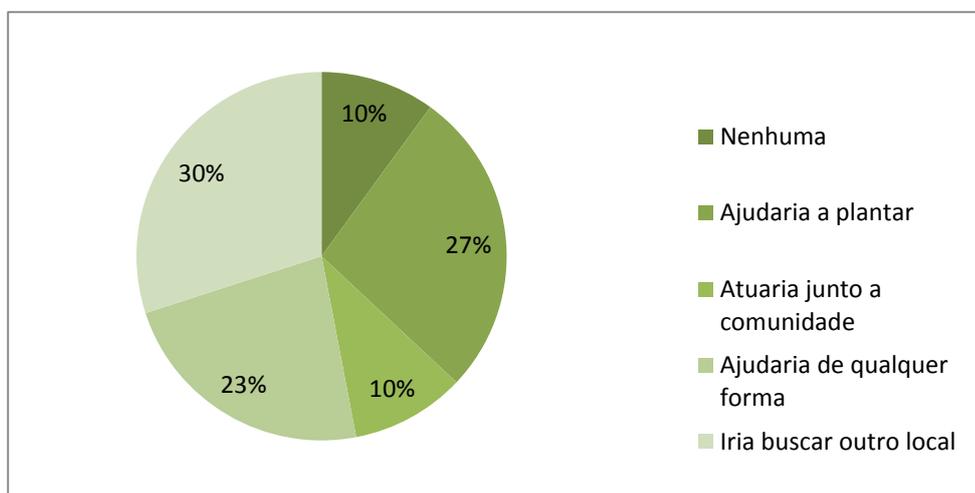
Para entender a percepção dos entrevistados faz-se necessário analisar todas as respostas, visto que se analisadas isoladamente, pode-se ter uma interpretação equivocada. Dessa forma pode-se concluir:

Apesar da proximidade com a indústria de petróleo, refinaria, estações de exploração e produção e rotas de navios petroleiros, a comunidade não enxerga os impactos ambientais associados a vazamentos de petróleo. Entretanto os entrevistados percebem que a própria comunidade tem causado impactos aos ecossistemas locais, com depósito de lixo urbano ou mesmo esgoto. Apesar de existir coletores de lixo urbano disponibilizado pela prefeitura o lixo é depositado fora do recipiente.

Ainda assim, percebe-se que quando estimulados a pensar em alternativas para melhorias nos ecossistemas, os entrevistados indicam a necessidade de reeducação para a comunidade, assim como destacam a possibilidade de realização de mutirões para limpeza e replantios dos manguezais. Isso pode induzir a interpretação que a comunidade faz uso periódico de mutirões, prática que atende apenas parcialmente um objetivo visto que não altera comportamentos de forma consciente.

É importante perceber que a comunidade está disposta a participar dos processos de recuperação de áreas de manguezais seja apenas não utilizando a área para o extrativismo, seja participando de atividades efetivamente para a recuperação, ou no replantio ou atuando junto aos moradores que possam vir a impactar a área em questão (**Figura 32**).

Figura 32– Compilação das respostas sobre a disponibilidade do entrevistado para participar de atividades de melhorias, representada em percentagem (SANTIAGO, 2012).



7 ENVOLVIMENTO DA COMUNIDADE EM ATIVIDADES DE RECUPERAÇÃO DE MANGUEZAIS

Neste capítulo será demonstrada a possibilidade técnica do envolvimento da comunidade pesqueira (de pesca e mariscagem) em atividades de remediação em manguezais contaminados por hidrocarbonetos de petróleo.

Como pode ser analisado no Capítulo 5, as técnicas de biorremediação podem ter sua eficácia otimizada quando conjugada com outras técnicas, como por exemplo a fitorremediação.

A Baía de Todos os Santos é caracterizada pela presença de *Laguncularia racemosa*, *Rizophora mangle* e *Avicennia schauerianna* em quase toda sua extensão (ORGE, 2000; OLIVEIRA, 2010; GONÇALVES, 2010). A comunidade de marisqueiros de Mataripe - São Francisco do Conde - BA, conforme descrito no Capítulo anterior está disposta a participar de atividades de recuperação dos manguezais locais, assim como percebem a necessidade de atividades de reeducação da comunidade, visando à preservação dos ecossistemas.

Existem organizações que atuam com a produção de mudas vegetais típicos de manguezais, transformando o recurso natural em fonte de renda e benefício da própria comunidade.

Para que a comunidade possa participar de atividades de remediação de manguezais, faz-se necessária a identificação de voluntários e a capacitação dos mesmos.

7.1 A PARTICIPAÇÃO DA COMUNIDADE EM PROCESSOS DE REMEDIAÇÃO DOS MANGUEZAIS

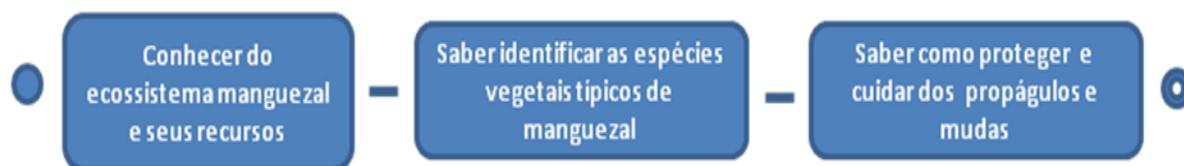
É interessante que atividades de remediação de manguezais tenham a participação da comunidade carente local, principalmente daquela que utiliza o ecossistema, visto que pode aumentar a conscientização da comunidade, além de proporcionar fonte de renda.

Uma das formas de mobilização da comunidade para a participação de atividades de remediação é através da oferta de oficinas de educação ambiental, principalmente com a participação dos líderes comunitários e associações de moradores ou de pescadores, como relatado por Paranaguá *et al* (2011).

A educação ambiental é essencial para o desenvolvimento, pelo seu fator intrínseco, na medida de contribuir para despertar a comunidade para a cultura local, a conscientização, a compreensão dos direitos humanos, aumentando assim a adaptabilidade e o sentido de autonomia, autoconfiança e auto-estima (SEIFFERT, 2007).

Para que a participação da comunidade nas atividades de remediação seja efetiva, faz-se necessário que as pessoas saibam identificar o ecossistema e seus recursos, assim como as etapas fundamentais para a atividade (**Figura 33**).

Figura 33 – Tópicos básicos de conhecimento de quem participe de atividades de replantio (SANTIAGO, 2012).



Segundo Paranaguá *et al* (2011) as comunidade que sobrevivem diretamente dos recursos naturais possuem um conhecimento empírico acumulado do ambiente que exploram. Essa informação foi comprovada por Carneiro *et al* (2008) que observou na comunidade de pescadores artesanais em Pernambuco, que a maioria (mais de 70%) dos entrevistados souberam nomear de 3 a 4 espécies vegetais típicos dos manguezais e mais de 80% soube identificar a fauna associada aos manguezais e aproximadamente 40% soube responder a perguntas sobre cadeia trófica e funções dos manguezais.

Deve-se nas atividades com a comunidade, ser apresentadas as espécies vegetais, seus propágulos e as etapas de desenvolvimento de cada espécie, apresentando assim o complemento à informação já existente nas pessoas, agora de forma mais sistemática e didática.

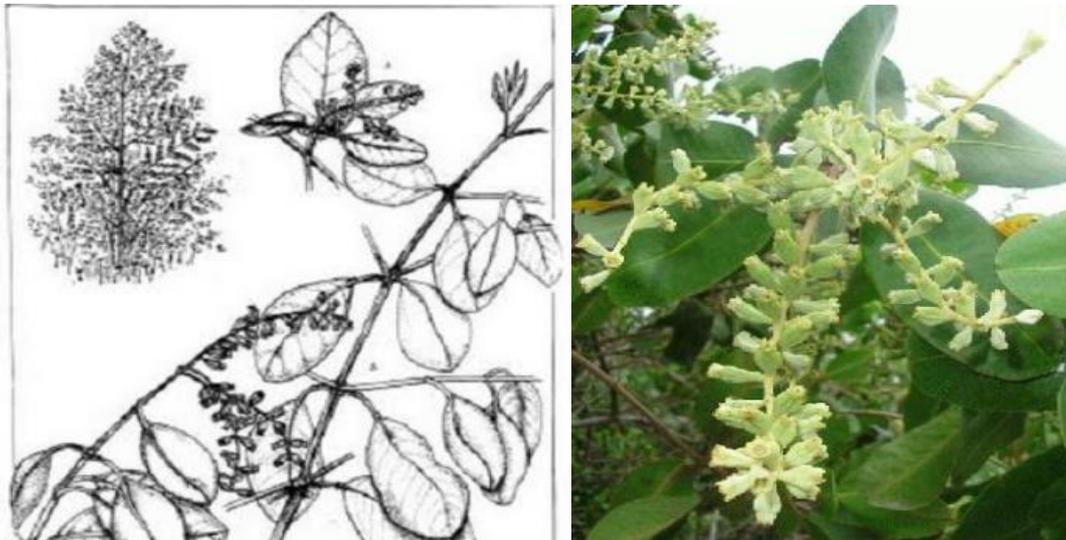
Quanto aos cuidados e proteção, devem-se apresentar os possíveis tipos de viveiros ou casas de vegetação, os cuidados com insetos, luminosidade, rega, etc.

7.1.1 As espécies vegetais típicas de manguezais da região Nordeste da Baía de Todos os Santos

É fundamental conhecer as espécies e as etapas de desenvolvimento dos propágulos de cada espécie para que se tenha o devido cuidado com a coleta dos propágulos ou plântulas para o plantio, como pode ser visto nas **Figuras 34, 35 e 36**.

a. Mangue branco

Figura 34 – Imagens de propágulos da *Laguncularia racemosa*. A – Desenho apresentando disposição dos propágulos na árvore; B – Foto de propágulos ainda não maduros, presos à árvore; (Fontes: Escola de Ciência, Biologia e História, 2012; Educação, Biodiversidade e Cultura, 2012).



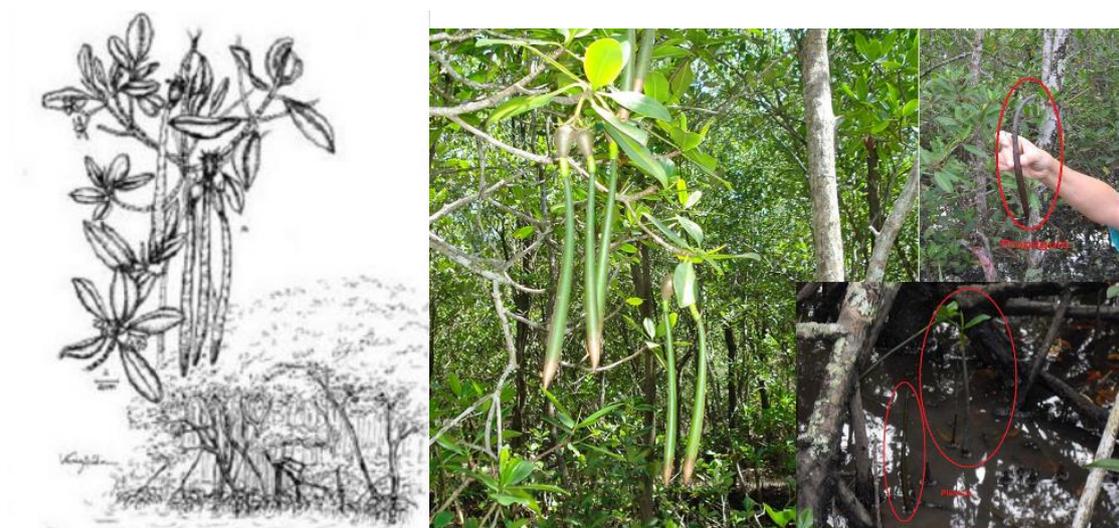
b. Mangue preto ou siriúba

Figura 35 - Imagens dos propágulos da *Laguncularia racemosa*. A - Desenho apresentando disposição dos propágulos na árvore; B – Foto de propágulos ainda não maduros, presos à árvore. C – diferentes etapas de desenvolvimento do propágulo; D – detalhe do propágulo com foco nos pêlos e aparecimento das raízes. (Fontes: Educação, biodiversidade e cultura, 2012; Viva Terra, 2012; IP Aq, 2012).



c. Mangue vermelho

Figura 36 - Imagens dos propágulos da *Rizophora mangle*. A – Desenho apresentando disposição dos propágulos na árvore; B – Foto de propágulos ainda não maduros, presos à árvore (Fontes: Educação, biodiversidade e cultura, 2012; Viva Terra, 2012; <http://ligea.wordpress.com/3-mangue/semente>).



7.2 A PREPARAÇÃO DE MUDAS DE ESPÉCIES DE MANGUEZAIS

Para a preparação das mudas para a comercialização são necessárias algumas etapas básicas como descritas na **Figura 37**.

Figura 37 – Diagrama macro das atividades de produção de mudas para comercialização.



7.2.1 Coleta de propágulos

Para a coleta, Schaeffer-Novelli (1995) orienta que se devem escolher mudas ou sementes preferencialmente da mesma área ou de áreas adjacentes ao local a ser remediado.

A reprodução da *Avicennia schaueriana* e da *Laguncularia racemosa* é por viviparidade com sementes de aproximadamente 3cm de diâmetro, e pericarpo resistente por até 30 dias (RAMOS, 2002 *apud* GONÇALVES, 2010).

A coleta pode ser feita diretamente no chão ou na própria árvore, como foi realizado por Almeida *et al* (2012), que fizeram atividades de recuperação de áreas de manguezais degradadas, com a participação de jovens carentes moradores da região onde estão essas áreas degradadas, a partir da montagem de mudas preparadas com propágulos coletados no chão ou nas árvores-mães.

Segundo Silva *et al*, 2012 a *Laguncularia racemosa* possui alto grau de germinação, tanto quando as sementes são coletadas no chão ou na própria árvore, e observa que os propágulos coletados no chão apresentaram taxa de germinação igual a 100%.

Os propágulos de *Rizophora* podem ser armazenados em locais úmidos e ao abrigo de sol e vento, por alguns dias, porém menos de uma semana, sem gerar prejuízo ao plantio (BONILLLA *et al*, 2010).

7.2.2 Escolha dos propágulos

A etapa da escolha dos propágulos é importante para que seja garantida a qualidade das mudas. Para isso, os responsáveis pela atividade devem olhar atentamente para cada propágulo coletado, eliminando-se os que tiverem lesões ou ataque de herbivoria.

7.2.3 Montagem das mudas

As mudas podem ser montadas em sacos plásticos ou em garrafas pet (Figura 38). Bonilla *et al* (2010) realizam preparação de mudas de espécies vegetais de manguezal em sacos de polietileno preto e em garrafas pet cortadas ao meio. Essa é uma técnica barata, visto que o material pode ser coletado na própria comunidade sem custos financeiros, além de ser ecologicamente correta, já que as mesmas garrafas não serão descartadas no lixo, como de costume.

Figura 38 – Garrafas pet cortadas ao meio para serem utilizadas na montagem de mudas (Fonte: Bonilla *et al*, 2010).



Uma técnica utilizada por alguns é a produção de mudas em “tortas” (Figura 39). Essa técnica não apresenta muito sucesso para o replantio, visto que a retirada das plântulas do recipiente proporciona lesões nas suas raízes, que vinham se desenvolvendo sem limitação de espaço.

As mudas podem ser plantadas com torrão de sedimento ou sem torrão (com raiz “nua”), conforme realizado por Bonilla *et al* (2010).

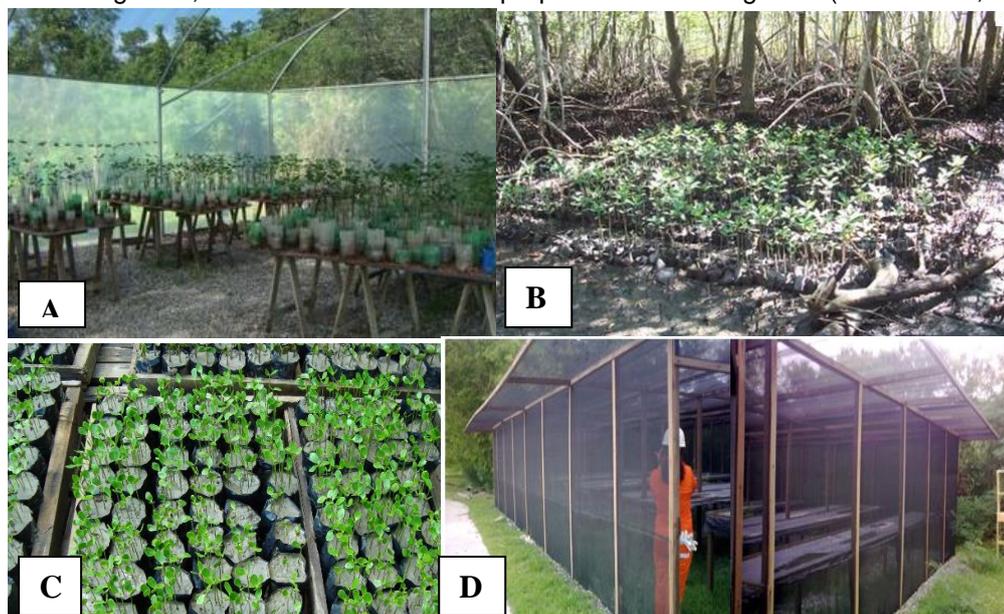
Figura 39 – Montagem de mudas em torta (SANTIAGO, 2012).



7.2.4 Viveiro ou casa de vegetação

O viveiro pode ser construído dentro ou fora do manguezal, como apresentado na **Figura 40**. O objetivo do viveiro é o abrigo das mudas nas fases iniciais, quando são mais frágeis, inclusive proteção da luminosidade. Para isso normalmente é utilizado tela sombrite a 50%, na tonalidade verde ou cinza.

Figura 40 – Diferentes tipos de viveiros de mudas de mangue. A, C e D – viveiros fora da área de manguezal; B – cultivo de mudas na própria área de manguezal (SANTIAGO, 2012).



Para a escolha do local para a montagem do viveiro para a comunidade devem ser analisados fatores como tamanho e condições do local a ser montado o viveiro, disponibilidade de recursos humanos e materiais. O **Quadro 13** apresenta vantagens e desvantagens da área a ser montado um viveiro, quanto à posição referente ao manguezal.

Quadro 13 – Vantagens e desvantagens da localização de instalação do viveiro de mudas vegetais (SANTIAGO, 2012).

| LOCAL | VANTAGENS | DESVANTAGENS |
|----------------------------------|--|---|
| Montado fora do manguezal | <ul style="list-style-type: none"> - Controle de insetos e herbivoria; - Estrutura mais resistente, visto que não sofre ação da maré; - Fácil visitação para escolha e aquisição. | <ul style="list-style-type: none"> - Mais custo com a estrutura montada; - Necessidade de visita diária para rega; - Necessidade de adaptação da muda à luminosidade e à água salgada, antes do transplante. |
| Montado no manguezal | <ul style="list-style-type: none"> - Menos custo com estrutura; - Falta de necessidade de rega; - Aclimação das mudas no ecossistema; | <ul style="list-style-type: none"> - Incidência de herbivoria; - Montagem de estrutura para visitação para escolha e aquisição. - Necessidade de área de manguezal sem presença de esgotos sanitários. |

A comunidade pode ainda participar do processo de replantio. Segundo Almeida *et al* (2012) a atividade de recuperação feita pela comunidade deve ser feita com atividade de educação ambiental, tanto para os participante diretamente envolvidos na recuperação, como com a comunidade como um todo, visando a preservação ou conservação dos ecossistemas.

Quadro 14 – Planilha de formação de preço preliminar para participação da comunidade em atividades de recuperação de manguezais (SANTIAGO, 2012).

| PARTICIPAÇÃO DA COMUNIDADE EM ATIVIDADES DE RECUPERAÇÃO DE MANGUEZAIS | | | | |
|--|---------------------|----------------------|---------------|---------------|
| MONTAGEM DE MUDAS | | | | |
| EQUIPAMENTOS E MATERIAL | | | | |
| TIPO | QUANTIDADE PREVISTA | CUSTO UNITÁRIO (R\$) | TOTAL (R\$) | |
| Pá de jardineiro | 2 | 20,00 | 40,00 | |
| Viveiro em solo firme | 1 | 300,00 | 300,00 | |
| Sacos plásticos | 4 | 10,00 | 40,00 | |
| TOTAL DE EQUIPAMENTOS (para a produção de no mínimo 100 mudas) (R\$) | | | 380,00 | |
| CUSTO DA MUDA (R\$) | | | 0,95 | |
| PREÇO DA MUDA PRATICADO NO MERCADO | | | | |
| TIPO | QUANTIDADE PREVISTA | CUSTO UNITÁRIO (R\$) | TOTAL (R\$) | |
| Qualquer espécie até 80 cm | 1 | 3,50 | 3,50 | |
| Gasto por muda | 1 | 0,95 | 0,95 | |
| CUSTO POR MUDA (R\$) | | | 2,55 | |
| CUSTO RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DE MANGUEZAIS | | | | |
| DESCRIÇÃO | QUANTIDADE PREVISTA | CUSTO UNITÁRIO (R\$) | TOTAL (R\$) | TIPO DE CUSTO |
| Pá de jardineiro | 3 | 20,00 | 60,00 | D (-) |
| Pessoas | 3 | 100,00 | 300,00 | R (+) |
| LUCRO (R\$) | | | 240,00 | |

Avaliando-se os resultados obtidos no **Quadro 14**, percebe-se que a participação da comunidade em atividades de recuperação de manguezais pode ser considerada como lucrativa, visto que os gastos com montagem de viveiros e mudas e sua manutenção é de baixo custo.

7.3 A COMUNIDADE DE MATARIPE – SÃO FRANCISCO DO CONDE

Em 2008 a partir de atividades de educação ambiental na comunidade de Mataripe foi identificado um grupo de voluntários, entre pescadores, marisqueiras e

líderes comunitários, que se disponibilizaram para serem treinados para atividades de replantios (PETROBRAS, 2008).

Esse grupo participou de oficinas (**Figura 41**), onde eram tratados temas como a dinâmica do manguezal, a co-dependência entre os seres que habitam os manguezais, os impactos que manguezais sofrem e como poderiam participar da recuperação.

As atividades práticas eram feitas nos manguezais locais onde os participantes aprenderam a identificar as espécies e seus propágulos, a coletar e a plantar, com o plantio de pequena área sem vegetação.

Figura 41 – Atividades desenvolvidas na comunidade de Mataripe – São Francisco do Conde - BA (PETROBRAS, 2009).



8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o presente estudo pode-se considerar que:

Foi feito ainda levantamento existente da gestão da Área de Proteção Ambiental Baía de Todos os Santos, identificando a necessidade de Plano de Área para a BTS, que se encontra ainda em elaboração.

Vale observar a necessidade dos poderes públicos, principalmente os municipais, de possuir um plano de contingência. Para isso faz-se necessário:

- Manter uma equipe de defesa civil treinada no plano;
- Promover simulados junto à comunidade local;
- Identificar e cadastrar pescadores e embarcações que possam participar das ações de contingência em caso de vazamento;
- Ter identificadas as possíveis técnicas de remediação em caso de contaminação dos manguezais;

Nos casos em que os manguezais são atingidos, deve-se providenciar, o quanto antes, técnicas de recuperação do ecossistema, visto que os impactos podem perdurar ao longo dos anos;

Para o bom desenvolvimento de um projeto de biorremediação, seja qual for a técnica a ser aplicada, três fases ou etapas são fundamentais: a caracterização inicial do sedimento, características do contaminante e sua biodegradabilidade.

Pode-se considerar a bioestimulação e a fitorremediação como as melhores técnicas de biorremediação a serem aplicadas, devido à facilidade em sua aplicação e manutenção, enquanto que a bioaumentação e a aeração foram consideradas as técnicas menos indicadas, devido a sua complexidade e alto custo;

A comunidade de Mataripe, distrito de São Francisco do Conde, percebe uma relação negativa entre a sua ocupação e o uso do espaço e a preservação dos manguezais locais, com a presença de esgotos sanitários e depósito de lixo urbano nos manguezais.

Pode-se observar que de uma forma geral, a comunidade possui uma visão limitada quanto à importância do ecossistema manguezal, porém mostra-se solícita a

participar das atividades de melhoria da região, seja em mutirões de replantios ou de limpeza e principalmente na reeducação da própria comunidade;

É viável a participação da comunidade pesqueira de Mataripe, em atividades de remediação, desde a montagem de mudas para replantio como em atividades de recuperação de manguezais.

As mudas a serem montadas pela comunidade pode ser mantida em casa de vegetação ou em viveiros construídos na própria área de manguezais locais, desde que isentos de despejos de esgotos domésticos.

Caso seja escolhida a casa de vegetação, pode ser necessário, porém, um patrocínio de instituições locais, que podem ser desde a prefeitura até mesmo empresas instaladas na região.

9 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A.P.M; ALVES, C.G.M.F.; REIS, G.V.C. **O processo de tomada de decisão: adoção de sistemas de apoio à decisão no jogo de empresas.** VI Congresso Nacional de Excelência em Gestão. Agosto de 2010. Pag. 1-22. Disponível em www.excelenciaemgestao.org/Portals/2/documents/cneg6/anais/T10_0286_1411.pdf. Acesso em 10.10.2012

ALMEIDA, L.V. & SILVA, J.J.M.C. **Principais técnicas de biorremediação in situ utilizadas na recuperação de áreas contaminadas por derivados de petróleo.** Pontifícia Universidade Católica de Goiás – programa de pós –Graduação em ciências forenses. _____. p.1-20. Disponível em www.cpgls.ucg.br/ArquivosUpload/1/File/v%20DE%20PRODUO%20CIENTIFICA/SAUDE/66.pdf. Acesso em 10.10.2012.

ALMEIDA, V.L.S.; GOMES, L.V.; BARROS, H.M.; NAVAES, A. **Produção de mudas de mangue vermelho (*Rizophora mangle*) na tentativa da conservação dos manguezais em comunidades carentes do litoral norte do Estado do Pernambuco.** Disponível em http://www.prac.ufpb.br/anais/lcbeu_anais/anais/meioambiente/racemosa.pdf. Acesso em 20/11/2012.

ALVES, J.R.P. (Org.). **Manguezais: educar para proteger.** Rio de Janeiro: FEMAR-SEMADS, 2001. 96p.: il.

ALVES FILHO, M. **Quando a natureza socorre a natureza –** Por meio da biorremediação, microrganismos presentes no ambiente promovem a degradação de poluentes. Jornal da Unicamp. 23 de maio a 5 de junho de 2005.

ANDRADE, J.C.M; TAVARES, S.R.L; MAHLER, C.F. **Fitorremediação: o uso de plantas na melhoria da qualidade ambiental.** São Paulo : Oficina de Textos, 2007. 176p.

BAHIA. Decreto Estadual nº 7.595 de 05 de junho de 1999. Cria a Área de Proteção Ambiental - APA da Baía de Todos os Santos e dá outras providências. Palácio do Governo do Estado da Bahia, 05 jun. 1999

BRASIL. Decreto Federal nº 83.540 de 04 de junho de 1979 – Regulamenta a aplicação da Convenção Internacional sobre Responsabilidade Civil em Danos Causados por Poluição por Óleo, de 1969, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa, Brasília, DF, 4 jun. 1979

___ Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa, Brasília, DF, 31 ago. 1981

___ Lei Federal nº 7.347 de 24 de julho de 1985. Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio-ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico (VETADO) e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa, Brasília, DF, 24 jul. 1985

___ Lei Federal nº 7.661 de 16 de maio de 1988 – Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa, Brasília, DF, 16 mai. 1988

___ Lei Federal nº 9.478 de 06/0/1997. Dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa, Brasília, DF, 6 de agosto de 1997

___ Lei Federal nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa, Brasília, DF, 2 fev. 2000

___ Lei Federal nº 9.966 de 28 de abril de 2000. Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa, Brasília, DF, 28 abr. 2000

___ Decreto Federal nº 4.871 de 06 de novembro de 2003. Dispõe sobre a instituição dos Planos de áreas para combate à poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 7 nov. 2003

BROWN, R.A; MAHAFFEY, W.; NORRIS, R.D. **In Situ Bioremediation: The State of the Practice**. In *In Situ Bioremediation: When Does It Work?*, 121-135. Washington, DC: National Academy Press, 1993. Disponível em http://books.nap.edu/openbook.php?record_id=2131&page=R1. Acesso em 10 de março de 2005.

CANAL CIÊNCIA. **Cientistas testam método que usa caranguejos para avaliar contaminação de manguezais por petróleo.** Disponível em <http://www.canalciencia.ibict.br> acesso em 03 de dezembro 2007.

CANTAGALLO, C.; MILANELLI, J.C.C.; DIAS-BRITO, D. **Limpeza de ambientes costeiros brasileiros contaminados por petróleo: uma revisão.** Pan-American Journal of Aquatic Sciences. 2007. Disponível em <http://www.panamjas.org>. Acesso em 13 de Janeiro de 2012.

CARNEIRO, M.A.B.; FARRAPEIRA, C.M.R.; SILVA, K.M.E. **O manguezal na visão etnoecologica dos pescadores artesanais do Canal de Santa Cruz, Itapissuma, Pernambuco, Brasil.** Biotemas 21(4): 147 – 155. Disponível em <http://www.biotemas.ufsc.br/volumes/pdf/volume214/p147a155.pdf>. Acesso em 20/11/2012.

CELINO, J.J.; VEIGA, I.G.; TRIGUIS, J.A.; QUEIROZ, A.F.S. **Fonte e distribuição de hidrocarbonetos do petróleo nos sedimentos da Baía de Todos os Santos, Bahia.** Brazilian Journal of Aquatic Science Technology, 2008, 12(1):31-38. Disponível em www.univali.br/seer/index.php/bjast/article/view/285/0. Acesso em 05 de setembro de 2012.

CELINO, J.J.; QUEIROZ, A.F.S. **Fonte e grau da contaminação por hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) de baixa massa molecular em sedimentos da baía de Todos os Santos, Bahia.** Rem: Revista Escola de Minas, vol. 59, nº3 Ouro Preto jul/Set 2006. Disponível em WWW.scielo.br/scielo.php?pid=S0370-44672006000300003&script=sci_arttext. Acesso em 20.04.2012

CELINO, J.J.; QUEIROZ, A.F.S.; TRIGUIS, J.A. **Fonte de matéria orgânica e grau da contaminação por hidrocarbonetos totais de petróleo (HTP) em sedimentos de manguezais na porção norte da Baía de Todos os Santos, Bahia.** 2008. Disponível em WWW.portallabpg.org.br/PDPetro/4/resumos/4PDPETRO`6_2_0026-1.pdf. Acesso em 25.04.2012.

CERQUEIRA, P.R.O. **Limpeza de ambientes costeiros da Ilha de Boipeba contaminados por petróleo: o uso alternativo da fibra de coco como barreiras e sorventes absorventes naturais.** Universidade Católica de Salvador. Salvador – BA, 2010. 175p.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Gerenciamento de Riscos – Características dos óleos.** São Paulo, 2012. Acesso em <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em 10 de julho de 2012.

CLEMENTE, A.R. & DURRANT, L.R. **Biodegradação de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos de alto peso molecular por fungos deuteromicetos.**

Disponível em http://www.cori.rei.unicamp.br/BrasilJapao3/resul_trbs.php?cod=262. Acesso em 01 de abril de 2007.

CORAZZA, R.I. **Gestão ambiental e mudanças da estrutura organizacional**. RAE – eletrônica, v. 2, n. 2, jul-dez/2003. ISSN 1676-5648 Editora: Fundação Getulio Vargas – Escola de Administração de Empresas de São Paulo. Disponível em <http://www.rae.com.br>. Acesso em 12 de julho de 2011.

CRAPEZ, M.A.C.; BORGES, A.L.N.; BISPO, M.G.S; PEREIRA, D.C. Biorremediação – Tratamento para Derrames de Petróleo. • **CIÊNCIA HOJE**. vol. 30 • nº 179, p.32 - 37. jan./fev. 2002

CRAPEZ, M.A.C.; FONTANA, L.F.; SILVA, F.S.; KREPSKY, N.; BISPO, M.G.S.; FALCÃO, C. **Biorremediação em plantas de manguezal impactado por petróleo**. Área 3: Ferramentas e Técnicas de Gestão Sócio-Ambiental. Disponível em <http://www.ebape.fgv.br/radma/doc/FET/FET-055.pdf>. Acesso em 25 de março de 2006.

DINARDI, A.L.; FORMAGI, V.M.; CONEGLIAN, C.M.R.; BRITO, N.N.; DRAGONI SOBRINHO, G.; TONSO, S.; PELEGRINI, R. **Fitorremediação**. Disponível em <http://www.ceset.unicamp.br/lte/Artigos/3fec2407.pdf>. Acesso em 20/05/2007.

DUKE, N. C.; BURNS K. A.; SWANNELL, R.P.J. **Research into the Bioremediation of Oil Spills in Tropical Australia: with particular emphasis on oiled mangrove and salt marsh habitat**. Executive Summary. 21 July 1999. 55p.

EDUCAÇÃO, BIODIVERSIDADE E CULTURA. **Site educacional**. Disponível em <http://tereivictorino-ea.blogspot.com.br/2011/07/floresta-de-mangue-e-desmatada.html>. Acesso em 26/11/2012.

ESCOLA DE CIÊNCIA, BIOLOGIA E HISTORIA – **site educacional mantido pela Prefeitura de Vitória - ES**. Disponível em <http://sistemas.vitoria.es.gov.br/ecbh/default.cfm>. Acesso em 27/11/2012

FENIMAN, D.P.G., FERRARI, F., TRIA, F.D.K. & BALSALOBRE, T.W.A. **Biodegradação Ambiental: Petróleo e Pesticidas**. Disponível em <http://www.cca.ufscar.br/espacobiotec/temas.htm>. Acesso em 22 de setembro de 2006.

FERNANDES, M.E.B. (Org). **Os manguezais da Costa Norte Brasileira**. Maranhão: Fundação Rio Bacanga, Volume II, 165p. 2003

FERRÃO, C.M. **Derramamento de óleo no mar por navios petroleiros**. Trabalho de conclusão de curso de especialização. Pós-graduação executiva em Meio Ambiente. 2005.

GERMEN. **Baía de Todos os Santos**. Grupo de Reposição Ambiental. Disponível em <http://ospiti.peacelink.it/zumbi/org>. Acesso em 25 de maio de 2007.

GONÇALVES, M.V.P. **Análise de plantas de mangue como bioindicadoras da qualidade ambiental das ilhas de Tinharé e Boipeba, município de Cairu, Bahia, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Planejamento Ambiental) Universidade Católica do Salvador. Salvador – Bahia, 2010. Disponível em http://www.abrh.org.br/SGCv3/UserFiles/Sumarios/57cee2f619f480a4a5c9f50e2ab917d3_e6a58482cb6ea63e60f408591d59609a.pdf. Acesso em 04.07.2012.

HADLICH, G.M; UCHA, J.M.; OLIVEIRA, T.L. **Distribuição de apicuns e de manguezais na Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil**. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 2009. INPE, p. 4607-4614. Disponível em: <http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.14.12.54/doc/4607-4614.pdf>. Acesso em 05.10.2012

HADLICH, GM; CELINO, J.J.; UCHA, J.M. **Diferenciação físico-química entre apicum, manguezais e encostas na Baía de Todos os Santos, Nordeste do Brasil**. São Paulo, UNESP, Geociências, v.29, n. 4, p.633-641, 2010. Disponível em <http://ppegeo-local.igc.usp.br/pdf/geosp/v29n4/29n4a16.pdf>. Acesso em 25.07.2012

HATJE. V. & ANDRADE, J.B. (ORG). **Baía de Todos os Santos: aspectos oceanográficos**. Salvador: EDUFBA, 2009. 306p.:il.

HOFF, R.; PROFFIT, P.H.; DELGADO, P; SCHIGENAKA, G; YENDER, R.; MEARNS, A.J. **Oil spill in Mangroves – Planning & responses considerations**. NOAA – National Oceanic and Atmospheric Administration. 2010

INAFUKU, L.Y. & HELAL, M. P. **Avaliação da capacidade de respostas a um acidente envolvendo vazamento de perfuração Offshore no Brasil (MONOGRAFIA)** – Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2011. Disponível em <http://monografias.poli.ufri/monografias/monopoli10001551.pdf>. Acesso em 13.10.2012

IBGE. **Dados do território brasileiro**. Bahia, 2010. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/cidadessat/>. Acesso em 14.11.2012

IBP – INSTITUTO BRASILEIRO DE PETRÓLEO, GÁS E BIOCMBUSTÍVEIS. **Propostas de Análises de Riscos e de Resposta a Emergências por Vazamento de Óleo no Mar devido às atividades de exploração e produção de petróleo e gás natural**. Janeiro de 2012. Disponível em <http://www.ibp.org.br/main.asp?View={52B5EA17-E5C5-412C-92E6-6BF2E338A3B1}>. Acesso em 29/11/2012.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION. Manual on oil pollution. London, 2005. Disponível em http://WWW.imo.org/Environment/mainframe.asp?topic_id=548. Acesso em 02.06.2010.

IPAQ, 2012. Disponível em <http://www.ipaq.org.br/vb/content.php>. Acesso em 28/11/2012.

JUSBRASIL. APA **Baía de Todos os Santos elege novos conselheiros**. 06/06/2011. Disponível em www.governo-ba.jusbrasil.com.br/politica/7269339/apa-baia-de-todos-os-santos-elege-novos-conselheiros. Acesso em 13.10.2012

LANA, P.C. **Novas formas de gestão dos manguezais brasileiros: a Baía do Paranaguá como estudo de caso**. Desenvolvimento e Meio Ambiente, n. 10, p.169-174, jul/dez 2004. Editora UFPR

LESSA, G.C; LIMA,G.M.; CARVALHO, J.B.; OLIVEIRA, V. Oceanografia física e geologia da BTS. Disponível em <http://cpogg.ufba.br/glessa/bts>. Acesso em 01/11/2012

LESSA, G.C.; DOMINGUEZ, J.M.L.; BITENCOURT, A.C.S.P.; BRICHTA, A. **The tides and tidal circulation of Todos os Santos Bay, Northeast Brazil: a general characterization**. Anais da Academia Brasileira de Ciências, vol. 73, nº2 – Rio de Janeiro – RJ, jun, 2001. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0001-3765>.

LIMA – Laboratório Interdisciplinar de Meio Ambiente – COPPE/UFRJ. **Plano Nacional de Contingência (PNC)**. Rio de Janeiro, 01 de Janeiro de 2012. Disponível em <http://www.lima.coppe.ufrj.br/pages/pagina.php?id=projetos/ema/10>. Acesso em 22/11/2012.

MACEDO R.C.; BERBERT, V.H.C.; LEMOS, J.L.S.; TRINDADE, P.V.O.; RIZZO, A.C.L. **Biorremediação de solos impactados por óleo cru utilizando fungos filamentosos**. p.285–294.

MANDRE, M. 2002. **Stress concepts and plants**. – Forestry Studies/Metsanduslikud uurimused XXXVI, pag. 9–16. ISSN 1406-9954. Disponível em <http://mivana.emu.ee/orb.aw>. Acesso em 28/04/2012.

MARANHO, L.T.; GALVÃO, F.; PREUSSLER, K.H.; MUNIZ, G.I.B.; KUNIYOSHI, Y.S. **Efeitos da poluição por petróleo na estrutura da folha de Podocarpus lambertii Klotzsch ex Endl., Podocarpaceae**. Acta Bot. Bras. Vol20 nº 3 São Paulo, jul/Set. 2006. Disponível em <http://www.scielo.br>. Acesso em 01 de março de 2012.

MARTINS, A.; DINARDI, A.L.; FORMAGI, V.M.; LOPES, T.A.; BARROS, R.M.; CONEGLIAN, C.M.R.; BRITO, N.N.; SOBRINHO, G.D.; TONSO, S.; PELEGRINI, R.

Biorremediação. Centro Superior de Educação Tecnológica (CESET) – UNICAMP - Limeira – SP - Curso de Tecnologia em Saneamento Ambiental - Laboratório de Pesquisas Ambientais – LAPA

MENDONÇA, V.; RAMOS, J.D.; GONTIJO, T.C.A.; MARTINS, P.C.C.; DANTAS, D.J.; PIO, R.; ABREU, N.A.A. **OSMOCOTE® e substratos alternativos na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo.** Revista Ciências & Agrotecnologia, Ed. UFLA, Lavras, v. 28, n. 4, p. 799-806, jul./ago., 2004

MONTEIRO, M.T. **Fitorremediação de Rejeito Contaminado Proveniente do Canal do Fundão, na Baía de Guanabara** – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2008.

MOREIRA, I.T.A. **Avaliação da eficiência de modelos de remediação aplicados em sedimentos de manguezal impactados por atividades petrolíferas.** Dissertação (mestrado). Universidade Federal da Bahia. 2010. 221f.:il. Disponível em www.pospetro.geo.ufba.br/dissertacoes/DISSERTA_I%20MOREIRA.pdf. Acesso em 15.09.2012

NASCIMENTO, T.V. **Aplicação da biorremediação a derrames de petróleo em manguezal do rio das Ostras, RJ: simulação laboratorial.** Monografia de Bacharelado em Engenharia de Exploração e Produção de Petróleo – Universidade Federal do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - LENEP – CCT - UENF. Macaé –RJ. 2006 73p.

OLIVEIRA, L. S.; BONA, C.; SANTOS, G. O.; KOEHLER, H. S. **Crescimento de schinus terebinthifolius raddi (anacardiaceae) em solo contaminado com petróleo.** Acta Ambiental Catarinense. v. 5. n. 1/2, jan./dez./2008. Disponível em <http://apps.unochapeco.edu.br/revistas/index>. Acesso em 28 de abril de 2012

ORGE, M.D.R.; PORSCHE, I.J.; COSTA, M.C.; LIMA, J.S.; SOARES, S.E.D.; JUSTINO, R. **Assessment f oil refinery waste on Rhizophora mangle L. seedling growth in mangrove of Todos os Santos Bay, Bahia, Brazil – Aquatic Ecosystem Health and Management.** 3, p. 471-477, 2000. Disponível em www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000085&pid=S0370-4467200600030000300004&lng=en. Acesso em 20.04.2012.

PANGEA – Centros de Estudos Socioambientais. **Projeto Repescar – Candeias, Madre de Deus e São Francisco do Conde – BA.** Salvador – BA. 2005

PARANAGUÁ, M.N.; ALMEIDA, V.L.S.; MELO JÚNIOR, M.; ALVES, M.S.; BARROS, H.M. **Educação ambiental como instrumento de gestão comunitária de ecossistemas manguezais do canal de Santa Cruz (PE, Brasil).** Tropical Oceanography. Recife, v. 39, n. 1. p. 14-21, 2011. Disponível em http://www.ufpe.br/tropicaloceanography/artigos_completos_resumos_t_d/39_2011_1_2_paranaqua.pdf. Acesso em 01/11/2012.

PEDROZO, M.F.M.; BARBOSA, E.M.; CORSEUIL, H.X.; SCHNEIDER, M.R.; LINHARES, M.M. **Ecotoxicologia e avaliação de risco do petróleo**. Série Cadernos de Referência Ambiental v.12. Salvador – BA. 2002

PEIXOTO, J.A.S. **Bahia de Todos os Santos: Vulnerabilidade e Ameaças**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal da Bahia – Escola Politécnica – mestrado em Engenharia Ambiental Urbana, 2008. 191 f. : Il. color. Disponível em www.vulnerabilidade-e-ameacas-por-josé-sariva-2008.pdf. Acesso em 13/06/2012.

PETROBRAS. Site institucional. Disponível em <http://www.petrobras.com.br>. Acesso em 11 de Julho de 2012.

PETROBRAS/BMA. **Diagnóstico Ambiental do Rio Caípe**. Abril de 2002.

PETROBRAS/UFRJ. Rosado, A.S. (Org.). **Relatório parcial: Avaliação de diferentes estratégias para biorremediação do manguezal da Refinaria Landulpho Alves Mataripe (RLAM), Bahia** - (IMPPG-UFRJ). Março – junho. 2006

PETROBRAS/UFRJ. Rosado, A.S. **Avaliação de diferentes estratégias para Biorremediação do manguezal da Refinaria Landulfo Alves Mataripe (RLAM)** - (coord). Relatório Final Consolidado. Bahia - 2009

PORAHT, S. L. **A paisagem de Rios Urbanos: a presença do Rio Itajaí-Açu na cidade de Blumenau**. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Brasil. 150 p., 2004. Disponível em <http://www.posarq.ufsc.br/defesas/dissertacoes2.htm#>. Acesso em 25 de março de 2007.

PULNER, R.C.L. **Análise Crítica da Cientificidade da Legislação Relativa a Manguezais** – Curitiba: Imprensa Oficial, 2007. 180p.

QUEIROZ, A.F.S. **Recuperação de áreas contaminadas por atividades petrolíferas**. Processos de Biorremediação (Projeto Novo). Salvador, dezembro de 2005.

QUEIROZ, A.F.S.; CELINO, J.J.; TRIGUIS, J.A.; SANTIAGO, J.S. **Comportamento geoquímico dos hidrocarbonetos no ecossistema costeiro: exemplo dos sedimentos de manguezais da Baía de Todos os Santos, Bahia**. o PDPETRO, Campinas, SP 6.2.0026-2 – 1. Outubro de 2007. p 1-10. Disponível em http://www.portalabpg.org.br/PDPetro/4/resumos/4PDPETRO_6_2_0026-2.pdf. Acesso em 01.10.2012.

QUEIROZ, A.F.S. & CELINO, J. (ORG). **Avaliação de ambientes na Baía de Todos os Santos: aspectos Geoquímicos, geofísicos e biológicos**. UFBA, 2008. 300p.: il.

QUEIROZ, A.F.S. & OLIVEIRA, O.M.C. **Projeto Processos de Biorremediação (NO) - Relatório Final de Atividades**. Rede Cooperativa em Recuperação de Áreas Contaminadas por Atividades Petrolíferas. 2010

RAMSAY, M.A.; RICHARD P. J.; SWANNELL, R.P.J.; SHIPTON, W.A.S.; DUKE, N.C.; HILL, R.T. **Effect of Bioremediation on the Microbial Community in Oiled Mangrove Sediments**. Marine Pollution Bulletin Vol. 41, Nos. 7-12, pp. 413-419, 2000

RIBEIRO, V.M. Analfabetismo funcional: Referências conceituais e metodológicas para a pesquisa. Educação e Sociedade, ano XVIII, nº60, dezembro/ 1997. Disponível em www.scielo.br/pdf/es/v18n60a8.pdf. Acesso em 03/08/2012.

RODRIGUES, L.L. & FARRAPEIRA, C.M.R. **Percepção e educação ambiental sobre o ecossistema manguezal incrementando as disciplinas de ciências e biologia em escola pública do Recife – PE**. Investigações em Ensino de Ciências – V13 (1), pp 79-93. 2008

ROSA, G.S. **Avaliação do potencial de espécies vegetais a fitorremediação de solos contaminados por petróleo**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade do Estado do Rio de Janeiro – Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente – UFRJ - 2006

SANTANA, R.C.; OLIVEIRA, O.M.C.; TRIGUIS, J.A.; QUEIROZ, A.F.S.; CRUZ, M.J.M. **Procedimentos de biorremediação aplicados na limpeza de substrato de manguezais impactados por petróleo**. Plurais – Revista multidisciplinar da UNEB, Salvador, v.1, n.1, p.159-177, jan./abr. 2010. Disponível em www.revistas.uneb.br/index.php/plurais/article/download/9/8. Acesso em 20.10.2012

SANTIAGO, G.A.S. **Avaliação das técnicas de biorremediação de manguezais utilizadas na Baía de Todos os Santos**. UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA - Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – Sub-Programa UFPB/UEPB. PB, 2007. 60p.

SARAIVA, J.A.P. **Baía de Todos os Santos: Vulnerabilidades e ameaças**. Dissertação (mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) – Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica, Salvador, 2008.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y & CINTRON, G. **Guia para estudo de área de manguezal: estrutura, função e flora**. São Paulo. Caribbean Ecological Research, 1986. 150p + 3 apêndices.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Manguezal ecossistema entre a terra e o mar**. São Paulo, Caribbean Ecological Research, 1995.

SEIA – Sistema estadual de Informações Ambientais e Recursos Hídricos. **Sistema Estadual de Unidades de Conservação (SEUC)**. Disponível em www.seia.ba.gov.br/seuc/conselhos-gestores-0. Acesso em 13.10.2012

SEIFFERT, M.E.B. **Gestão ambiental: instrumentos, esferas de ação e educação ambiental** – São Paulo: Atlas, 2007.

SILVA, J.P.G.; ROCHA, A.P; BELTRÃO, M.R.M; OLIVIRA, T.S.O; SANTANA E SILVA, E.P.S; PASSOS, M.A.A. **Germinação de sementes de Laguncularia racemosa (L.) (mangue branco) coletadas com diferentes procedimentos**. Disponível em <http://www.eventosufrpe.com.br/eventosufrpe/jepex2009/cd/resumos/R1413-1.pdf>. Acesso em 20/11/12.

SILVA, R.F. **Estratégias de bioestímulo de sedimento de manguezal contaminado com hidrocarbonetos empregando fertilizantes de liberação lenta**. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. 2008, p. 105. Disponível em www.eq.ufrj.br/sipeq/download/bioestimulo-de-sedimento-de-manguezal-contaminado.pdf. Acesso em 20.01.2012.

SOLANO, A.S. & EL AOUAR, W.A. **O processo de tomada de decisões estratégicas: entre a intuição e a racionalidade**. Caderno de Pesquisas em Administração, São Paulo, v. 08, n° 3, julho/setembro, 2001. Pag 15 – 25. Disponível em http://profjayriqueiredo.com.br/EST_AC_10.pdf. Acesso em 24/10/11.

SZKLO, A.S. **Fundamentos do refino do petróleo**. Rio de Janeiro – RJ: Interciência. 2005

TAM, N.F.Y; GUO, C.L.; YAU, W.Y.; WONG, Y.S. **Preliminary study on biodegradation of phenanthrene by bacteria isolated from mangrove sediments in Hong Kong**. Marine Pollution Bulletin 45. 2002. Pág 316–324

TAM, N.F.Y.; KE, L.; XANG, X.H.; WONG, Y.S. **Contamination of PHA in surface sediments of mangroves swamps**. Environmental Pollution . 114, p. 255-263, 2001. Disponível em www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000089&pid=S0370446720060003000300008&lng=en. Acesso em 20.04.2012.

VANUCCI, M. **Os manguezais e Nós: Uma Síntese de Percepções** – 2° Ed. revista e ampliada – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2002

VIVA TERRA, 2012. **Site educacional.** Disponível em http://www.vivaterra.org.br/arvores_nativas_2.htm. Acesso em 27/11/2012.

APÊNDICE I

Modelo do questionário respondido pela comunidade de marisqueiros e catadores de Caípe de Baixo – São Francisco do Conde

| | | |
|---|---|--|
| <p>UNIVERSIDADE CATÓLICA DO SALVADOR PERCEPÇÃO SOBRE MANGUEZAIS - COMUNIDADE DE MARISQUEIROS DE SÃO FRANCISCO DO CONDE</p> | <p style="text-align: center;">IDENTIFICAÇÃO</p> <p>REGISTRO NA PESQUISA: _____</p> <p>NOME DO MARISQUEIRO: _____</p> <p>APELIDO DO MARISQUEIRO: _____</p> | |
| <p>1. Nome do entrevistado:</p> | | |
| <p>2. Data da entrevista:</p> | <p>3. Local onde mora:</p> | |
| <p>BLOCO 1. DADOS RELATIVOS À CONDIÇÃO SÓCIO-DEMOGRÁFICA. Agora eu gostaria de falar um pouco sobre você. Você poderia me informar...</p> | | |
| <p>1. Quantos anos você tem? _____ anos</p> | <p>2. Sexo: (1) Masculino (2) Feminino</p> | |
| <p>3. Até que série e grau você estudou, com aprovação, na escola? (1) Analfabeto (2) Alfabetizado (3) 1º grau (1ª a 8ª série) incompleto (4) 1º grau (1ª a 8ª série) completo (5) 2º grau incompleto (6) 2º grau completo (7) Superior incompleto (8) Superior completo (9) Não sabe</p> | | |
| <p>4. Atualmente você está estudando? (0) Não (1) Sim</p> | | |
| <p>5. Qual o seu estado civil? (1) solteiro (2) casado (3) divorciado/ separado (4) viúvo (5) outro _____</p> | | |
| <p>6. Qual a sua origem? Qual comunidade? _____</p> | | |
| <p>7. Participa de algum grupo social? (0) Não (1) Sim</p> | | |
| <p>BLOCO 2: DADOS RELATIVOS A USO E OCUPAÇÃO DOS MANGUEZAIS. E a sua profissão...</p> | | |
| <p>1. Sua casa fica próximo ao manguezal? Qual distância? (0) não (1) sim Especificar: (1) em cima (2) a até 5 metros (3) entre 5 e 10 metros (4) mais de 10 metros</p> | | |
| <p>2. Você tem outra profissão (atualmente)? (0) não (1) sim</p> | | |
| <p>3. Há quantos anos você marisca? _____</p> | | |
| <p>4. Onde você marisca? Especificar: _____</p> | | |
| <p>5. Quantas pessoas na sua casa utilizam o manguezal para pesca e mariscagem?</p> | | |
| <p>6. Quantas vezes você marisca por semana? (0) até 2 vezes (1) até 5 vezes (3) todos os dias</p> | | |
| <p>7. O que você costuma mariscar? (1) caranguejo (2) aratu (3) papa-fumo (4) lambreta (5) ostra (6) outros. Esp: _____</p> | <p>8. O que você faz com o que não é vendido? 1() Consome 2() Joga fora 3() Dá para outra pessoa 4() Outros. Especificar _____</p> | |
| <p>9. Para quem você vende o que você marisca? (0) restaurantes (1) para a comunidade (3) na estrada</p> | | |

BLOCO 3: DADOS RELATIVOS AOS PERCEPÇÃO DO ECOSISTEMA MANGUEZAL

1. Você poderia explicar o ecossistema manguezal? (0) não (1) sim Se sim explique como:

2. Você sabe quais são os recursos encontrados nos manguezais da região? (1) não (2) sim

Se sim, especificar:

3. Qual a importância do manguezal para você? Resposta espontânea

4. Como você vê a relação entre a sua comunidade e os manguezais locais? Resposta espontânea

5. Você acha que as pessoas da sua comunidade concordam com sua opinião?

(1) sim (0) não

Por quê?

BLOCO 4: DADOS RELATIVOS À IMPACTOS E CONDIÇÕES DOS MANGUEZAIS LOCAIS

1. Você vê mudanças nos manguezais de sua região? (0) Não (1) Sim

Se sim, quais?

2. O que você acha que precisa ser feito em relação às mudanças que você considera que prejudicam o manguezal? Resposta espontânea

3. O que você acha que deveria ou precisaria ser feito com relação às pessoas da comunidade para que fossem realizadas atividades de melhoria de manguezais, por exemplo, replantios? Resposta espontânea

4. O que você faria se o manguezal onde você marisca estivesse em processo de melhoria de qualidade (por exemplo: replantios)?

APÊNDICE II

Planilhas de compilação dos resultados dos questionários respondidos pela comunidade de marisqueiros e catadores de Caípe de Baixo – São Francisco do Conde

Para a compilação dos dados obtidos nos questionários, foram atribuídos pesos como descrito a seguir:

TRATAMENTO DO BLOCO 1 - CONDIÇÃO SÓCIO-DEMOGRÁFICA

1- Idade:

- | | |
|------------------|------------------|
| (1) 21 – 30 anos | (4) 51 – 60 anos |
| (2) 31 – 40 anos | (5) 61 – 70 anos |
| (3) 41 – 50 anos | |

2- Sexo:

- | | |
|---------------|--------------|
| (1) Masculino | (2) Feminino |
|---------------|--------------|

3- Escolaridade:

- | | |
|------------------------|-------------------------|
| (1) Analfabeto | (6) 2º grau completo |
| (2) Alfabetizado | (7) Superior incompleto |
| (3) 1º grau incompleto | (8) Superior completo |
| (4) 1º grau completo | (9) Não sabe |
| (5) 2º grau incompleto | |

4- Ainda estuda?

- | | |
|---------|---------|
| (1) Não | (2) Sim |
|---------|---------|

5- Estado civil:

- | | |
|-----------------------------|-------------------------|
| (1) Solteiro (a) | (4) Viúvo (a) |
| (2) Casado (a) | (5) Outro (amigado (a)) |
| (3) Divorciado/separado (a) | |

6- Origem:

- | | |
|--------------------------------------|-----------------------|
| (1) Região Metropolitana de Salvador | (2) Interior da Bahia |
| | (3) Outros Estados |

7- Participação de grupos sociais:

- | | |
|---------|---------|
| (0) Não | (1) Sim |
|---------|---------|

BLOCO 2: DADOS RELATIVOS A USO E OCUPAÇÃO DOS MANGUEZAIS.

1- Percepção sobre proximidade entre sua residência e manguezais:

- | | |
|--------------------------------|-------------------------------|
| (0) Não, distante | (3) Sim, entre 5 e 10 metros. |
| (1) Sim, em cima do manguezal. | (4) Sim, mais de 10 metros. |
| (2) Sim, em até 5 metros. | |

2 – Sobre o exercício de outra profissão:

- | | |
|----------|----------|
| (0) Não. | (1) Sim. |
|----------|----------|

3 – Tempo de mariscagem:

- (1) Menos de 10anos
- (2) De 11 a 20 anos
- (3) De 21 a 30 anos
- (4) Mais de 30 anos

5- Onde costuma mariscar:

- (1) Apenas em Caípe e proximidades
- (2) Apenas fora de Caípe
- (3) Em mais de um lugar

6- Número de pessoas na casa que utilizam o manguezal para mariscagem:

- (1) Apenas um
- (2) Metade da família
- (3) Todos

7- Frequência de mariscagem:

- (0) Até 2 vezes por semana
- (1) De 2 a 5 vezes por semana
- (2) Todos os dias da semana

8- Vende o que marisca?

- (0) Não
- (1) Sim

9- Para quem vende:

- (0) Restaurante
- (1) Para a comunidade
- (2) Na estrada
- (3) Ninguém.

TRATAMENTO DO BLOCO 3: DADOS RELATIVOS AOS PERCEPÇÃO DO ECOSISTEMA MANGUEZAL

1 – Conhecimento sobre o manguezal?

- (1) Não sei.
- (2) Sim, através dos aspectos físicos do manguezal.
- (3) Sim, através de aspectos biológicos.
- (4) Sim, levantando os aspectos econômicos (fonte de sustento).

3 - Importância do manguezal para o entrevistado:

- (1) Alimento
- (2) Sustento
- (3) Outros (vida, natureza, não sei).

4 – Percepção da relação comunidade com os manguezais:

- (1) Boa
- (2) Ruim, por conta do lixo.
- (3) Ruim, por conta dos esgotos.
- (4) Ruim, por conta de vazamento de óleo.
- (5) Ruim, por conta dos desmatamentos.
- (6) Ruim pelos motivos associados.

5 – As pessoas da comunidade concordam com a opinião omitida:

- (0) Não
- (1) Sim
- (2) Não sei.

TRATAMENTO DO BLOCO 4: DADOS RELATIVOS À IMPACTOS E CONDIÇÕES DOS MANGUEZAIS LOCAIS

1- Percepção de mudanças nos manguezais locais:

- | | |
|---|---|
| (0) Não | (3) Sim, vazamentos de óleo. |
| (1) Sim, pra melhor. | (4) Sim, redução de vegetação. |
| (2) Sim, com aumento de poluição, lixo e esgotos. | (5) Sim, redução de recursos de mariscagem. |

2- O que fazer no ambiente para melhorar/diminuir as mudanças negativas:

- | | |
|----------------------------|----------------------|
| (1) Tirar o lixo e esgotos | (3) Outro |
| (2) Replântio | (4) Ações associadas |

3- O que fazer com a comunidade para melhorar/diminuir as mudanças negativas:

- | | |
|-----------------|--|
| (0) Reeducação | (3) Outros (não sei, nada, emprego para as pessoas...) |
| (1) Mutirão | |
| (2) Indenização | |

4- O que o participante faria se os manguezais da região passassem por processos de recuperação:

- | | |
|--|---------------------------------------|
| (0) Nada. | (3) Ajudaria de qualquer forma. |
| (1) Ajudaria a plantar. | (4) Buscar outro local para mariscar. |
| (2) Atuaria junto à comunidade (reeducação). | |

TRATAMENTO DO BLOCO 1 - CONDIÇÃO SÓCIO-DEMOGRÁFICA

| REGISTROS | IDADE | SEXO | ESCOLARIDADE | ESTUDA | ESTADO CIVIL | ORIGEM | GRUPOS SOCIAIS |
|------------------|--------------|-------------|---------------------|---------------|---------------------|---------------|-----------------------|
| 1 | 3 | 2 | 5 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| 2 | 5 | 2 | 3 | 0 | 1 | 3 | 2 |
| 3 | 5 | 1 | 3 | 0 | 5 | 2 | 2 |
| 4 | 3 | 2 | 6 | 1 | 1 | 3 | 2 |
| 5 | 2 | 2 | 6 | 0 | 5 | 1 | 2 |
| 6 | 1 | 2 | 7 | 0 | 5 | 1 | 2 |
| 7 | 2 | 2 | 4 | 0 | 1 | 2 | 2 |
| 8 | 4 | 1 | 5 | 0 | 5 | 1 | 2 |
| 9 | 2 | 1 | 3 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| 10 | 3 | 2 | 3 | 0 | 1 | 2 | 2 |
| 11 | 4 | 2 | 4 | 0 | 2 | 2 | 2 |
| 12 | 2 | 2 | 3 | 0 | 1 | 2 | 2 |
| 13 | 1 | 2 | 3 | 0 | 5 | 2 | 2 |
| 14 | 4 | 1 | 3 | 0 | 5 | 1 | 2 |
| 15 | 2 | 2 | 3 | 0 | 2 | 1 | 2 |
| 16 | 3 | 2 | 3 | 0 | 2 | 1 | 2 |
| 17 | 1 | 2 | 5 | 0 | 5 | 2 | 2 |
| 18 | 2 | 2 | 3 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| 19 | 1 | 2 | 5 | 0 | 1 | 2 | 2 |
| 20 | 1 | 2 | 6 | 0 | 1 | 2 | 2 |
| 21 | 4 | 2 | 3 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| 22 | 5 | 2 | 1 | 0 | 5 | 1 | 2 |
| 23 | 4 | 2 | 3 | 0 | 2 | 1 | 2 |
| 24 | 2 | 2 | 3 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| 25 | 2 | 2 | 6 | 0 | 5 | 1 | 1 |
| 26 | 1 | 2 | 3 | 0 | 5 | 2 | 2 |
| 27 | 2 | 2 | 5 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| 28 | 1 | 2 | 6 | 0 | 5 | 1 | 2 |
| 29 | 3 | 2 | 5 | 0 | 5 | 2 | 2 |
| 30 | 5 | 1 | 3 | 0 | 5 | 2 | 2 |

BLOCO 2 - USO E OCUPAÇÃO DOS MANGUEZAIS

| REGISTROS | PROXIMIDADE CASA | OUTRA ATIVIDADE | TEMPO DE ATIVIDADE | ONDE MARISCA | FREQUENCIA | QUANTOS USAM O MANGUEZAL | VENDE | PARA QUEM VENDE |
|-----------|---------------------|--------------------|-----------------------|-----------------|------------|-----------------------------|-------|--------------------|
| 1 | 3 | 0 | 4 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 4 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 3 | 4 | 0 | 4 | 3 | 2 | 2 | 0 | 0 |
| 4 | 4 | 0 | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| 5 | 4 | 0 | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| 6 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| 7 | 4 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| 8 | 4 | 0 | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| 9 | 4 | 0 | 3 | 1 | 2 | 9 | 1 | 1 |
| 10 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 |
| 11 | 4 | 0 | 3 | 3 | 1 | 3 | 1 | 0 |
| 12 | 4 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 13 | 2 | 0 | 1 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 14 | 4 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 0 |
| 15 | 4 | 1 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 |
| 16 | 2 | 0 | 4 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| 17 | 4 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| 18 | 2 | 1 | 4 | 1 | 2 | 3 | 1 | 0 |
| 19 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| 20 | 4 | 0 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| 21 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 22 | 4 | 0 | 4 | 3 | 2 | 1 | 1 | 0 |
| 23 | 1 | 0 | 4 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 24 | 2 | 0 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 0 |
| 25 | 3 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 26 | 3 | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 |
| 27 | 4 | 0 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| 28 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 29 | 3 | 0 | 2 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 |
| 30 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 |

BLOCO 3: DADOS RELATIVOS AOS PERCEPÇÃO DO ECOSISTEMA MANGUEZAL

| REGISTRO | CONHECIMENTO SOBRE MANGUEZAL | IMPORTÂNCIA | RELAÇÃO COMUNIDADE X MANGUEZAL | CONCORDÂNCIA DE OPINIÃO |
|-----------------|---|--------------------|---|--------------------------------|
| 1 | 4 | 2 | 6 | 1 |
| 2 | 2 | 2 | 6 | 1 |
| 3 | 2 | 2 | 5 | 0 |
| 4 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 5 | 2 | 2 | 1 | 0 |
| 6 | 2 | 1 | 6 | 1 |
| 7 | 1 | 1 | 6 | 0 |
| 8 | 1 | 2 | 6 | 1 |
| 9 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| 10 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| 11 | 2 | 3 | 5 | 2 |
| 12 | 2 | 2 | 6 | 1 |
| 13 | 4 | 1 | 1 | 2 |
| 14 | 2 | 1 | 6 | 1 |
| 15 | 4 | 3 | 1 | 1 |
| 16 | 2 | 2 | 6 | 2 |
| 17 | 2 | 1 | | 1 |
| 18 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 19 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| 20 | 3 | 2 | 3 | 1 |
| 21 | 2 | 1 | 5 | 2 |
| 22 | 2 | 3 | 3 | 1 |
| 23 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 24 | 2 | 3 | 2 | 1 |
| 25 | 2 | 2 | 1 | 0 |
| 26 | 1 | 2 | 3 | 0 |
| 27 | 4 | 2 | 6 | 0 |
| 28 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| 29 | 4 | 2 | 6 | 0 |
| 30 | 2 | 3 | 6 | 1 |

BLOCO 4: DADOS RELATIVOS À IMPACTOS E CONDIÇÕES DOS MANGUEZAIS LOCAIS

| REGISTROS | PERCEÇÃO SOBRE MUDANÇAS | FAZER PARA MELHORAR | AÇÕES SOBRE COMUNIDADE | EU FARIA... |
|-----------|-------------------------|---------------------|------------------------|-------------|
| 1 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 1 | 0 | |
| 3 | 3 | 4 | 1 | 1 |
| 4 | 0 | 3 | 1 | 2 |
| 5 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| 6 | 4 | 3 | 0 | 0 |
| 7 | 2 | 3 | 0 | 1 |
| 8 | 1 | 4 | 0 | 2 |
| 9 | 2 | 3 | 0 | 2 |
| 10 | 2 | 1 | 3 | 4 |
| 11 | 4 | 2 | 2 | 4 |
| 12 | 3 | 4 | 0 | 4 |
| 13 | 0 | 3 | 1 | 1 |
| 14 | 1 | 3 | 1 | 4 |
| 15 | 5 | 3 | 1 | 1 |
| 16 | 2 | 4 | 1 | 4 |
| 17 | 0 | 1 | 1 | 4 |
| 18 | 2 | 1 | 3 | 0 |
| 19 | 5 | 4 | 1 | 1 |
| 20 | 0 | 4 | 1 | 3 |
| 21 | 0 | 3 | 3 | 1 |
| 22 | 5 | 3 | 1 | 1 |
| 23 | 2 | 3 | 3 | 0 |
| 24 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 25 | 5 | 3 | 1 | 3 |
| 26 | 2 | 1 | 3 | 3 |
| 27 | 0 | 3 | 0 | 3 |
| 28 | 3 | 3 | 0 | 4 |
| 29 | 5 | 4 | 1 | 3 |
| 30 | 2 | 1 | 1 | 4 |