



5

Índices de sensibilidade do litoral ao derramamento de óleo

ISL 1 – SUBSTRATOS IMPERMEÁVEIS, DE DECLIVIDADE ALTA A MÉDIA, EXPOSTOS OU SEMI-ABRIGADOS

- Estrutura artificial lisa (paredões marítimos artificiais), exposta ou semi-abrigada (Figura 20a)

Características:

- Exposição frequente à ondas e/ou à fortes correntes de maré intensas
- Tendência refletiva
- Substrato impermeável e com baixa ou sem rugosidade
- Declividade superior a 30 graus, resultando em estreita faixa de estirâncio

Comportamento potencial do óleo / Ações de resposta:

- Não há penetração de óleo
- Baixa permanência do óleo
- A remoção tende a ocorrer rapidamente, de modo natural.



FIGURA 20a - ISL 1, estrutura artificial lisa exposta, Ilha de Mosqueiro (PA)

ISL 2 – SUBSTRATOS IMPERMEÁVEIS, SUB-HORIZONTAIS, EXPOSTOS

- Costão rochoso de declividade média a baixa exposto (Figura 21)

Características:

- Exposição frequente a ondas maiores que um metro de altura e/ou a forte corrente de maré
- Tendência refletiva
- Substrato impermeável e sem rugosidade, podendo apresentar cobertura de sedimentos mobilizáveis
- Declividade inferior a 30 graus (zona intermaré mais larga que a relativa às feições classificadas no ISL 1)
- Sedimentos podem acumular na base da escarpa e serem removidos nas tempestades

Comportamento potencial do óleo / ações de resposta:

- Não há penetração de óleo
- Remoção geralmente rápida do óleo por ação das ondas
- A remoção de depósitos de óleo na faixa da preamar pode ser necessária, no caso de uso intensivo para recreação ou proteção de espécies animais



FIGURA 21 - ISL 2, costão rochoso de média a baixa declividade, exposto na margem esquerda do rio Oiapoque (Guiana Francesa)

ISL 3 – SUBSTRATOS SEMIPERMEÁVEIS; BAIXA PENETRAÇÃO / SOTERRAMENTO DO ÓLEO

- Praia dissipativa de areia média a fina, exposta (Figura 22a)
- Faixa arenosa contígua à praia, não vegetada, sujeita à ação de ressaca (restinga isolada ou múltipla, feixes alongados de restinga tipo “long beach”) (Figura 22b)
- Escarpa e talude íngreme exposto (formações do Grupo Barreiras e Tabuleiros Litorâneos), exposto (Figura 22c)
- Campo de dunas exposto (Figura 22d)

Características:

- Reflexão média das ondas
- Praia com declividade da face praial da ordem de 3 a 5 graus (zona intermaré larga)
- Sedimentos bem selecionados e geralmente compactos;
- Penetração do óleo geralmente menor que 10 cm, baixa mobilidade do perfil praial, com baixo potencial de soterramento
- Sedimentos superficiais sujeitos à frequente remobilização por ação das ondas
- No caso das formações do Grupo Barreiras, a escarpa se desbarranca e o mar distribui o material desmoronado ao longo do litoral

Comportamento potencial do óleo / Ações de resposta:

- Penetração do óleo geralmente menor que 10 cm de profundidade
- Baixa possibilidade de soterramento do óleo devido à lenta mobilidade da massa sedimentar
- Em praias expostas a tempestades, há possibilidade de soterramento do óleo após a fase erosiva e os impactos sobre as comunidades bióticas de intermaré podem ser severos
- A limpeza é geralmente necessária e onde for possível o tráfego de veículos, deve-se atentar para o ciclo de marés e as eventuais restrições ambientais locais
- No caso da presença da Formação Barreiras, o óleo pode se entranhar no material desmoronado, acumulado na base da escarpa, tornando a limpeza necessária na faixa da preamar



FIGURA 22a - ISL 3, praia de areia fina, exposta, Praia da Samaúma, foz do rio Cuñani (AP)



FIGURA 22b - ISL 3, praia em feixe alongado tipo “long beach”, isoladas ou múltiplas, Praia do Crispim, Marudá (PA)



FIGURA 22c – ISL 3, escarpa íngreme, formação do Grupo Barreiras, exposta, Salvaterra, Ilha do Marajó (PA)



FIGURA 22d - ISL 3, campos de dunas expostas, Praia da Princesa, Ilha Algodoal-Maiandeua (PA)

**ISL 4 – SUBSTRATOS DE MÉDIA PERMEABILIDADE;
MODERADA PENETRAÇÃO / SOTERRAMENTO DO ÓLEO**

- Praia de areia grossa (Figura 23a)
- Praia intermediárias de areia fina a média, exposta (Figura 23b)
- Praia de areia fina a média, abrigada (Figura 23c)

Características:

- Declividade da face praial entre 3 e 10 graus
- Substrato moderadamente permeável
- Mobilidade sedimentar relativamente elevada (acumulação de até 20 cm por ciclo de maré)
- Possibilidade de soterramento parcial do óleo
- As praias de areia fina a média abrigadas têm características análogas às do índice anterior (ISL 3), sendo, porém, mais sensíveis por serem protegidas, com menor grau de exposição à energia de onda e maré



FIGURA 23a - ISL 4,
praia de areia grossa,
praia do Farol, Ilha de Mosqueiro (PA)



FIGURA 23b - ISL 4,
praia intermediária
e de areia fina a
média, exposta, praia
de São Francisco, Ilha de
Mosqueiro (PA)



FIGURA 23c - ISL 4,
praia de areia fina,
Praia da Princesa,
Ilha de Algodoal-
Maiandeuá (PA)

Comportamento potencial do óleo / ações de resposta:

- Penetração máxima do óleo de 25 cm de profundidade;
- Mobilidade do sedimento tende ao soterramento do óleo;
- Possibilidade de ocorrência de sequência de estratos contaminados intercalados, exigindo o manuseio de grande volume de sedimentos;
- Impactos sobre as comunidades bióticas intermaré pode ser severo;
- Limpeza difícil, agravada pela tendência do equipamento misturar ainda mais o óleo com o sedimento;
- Tráfego de veículos pode não ser possível; pode haver a transposição da praia por ondas em situações de tempestade, com potencial contaminação da retaguarda do cordão litorâneo.

ISL 5 – SUBSTRATOS DE MÉDIA A ELEVADA PERMEABILIDADE, COM ALTA PENETRAÇÃO / SOTERRAMENTO DO ÓLEO

- Terraço ou plataforma de abrasão de superfície irregular ou recoberta de vegetação.

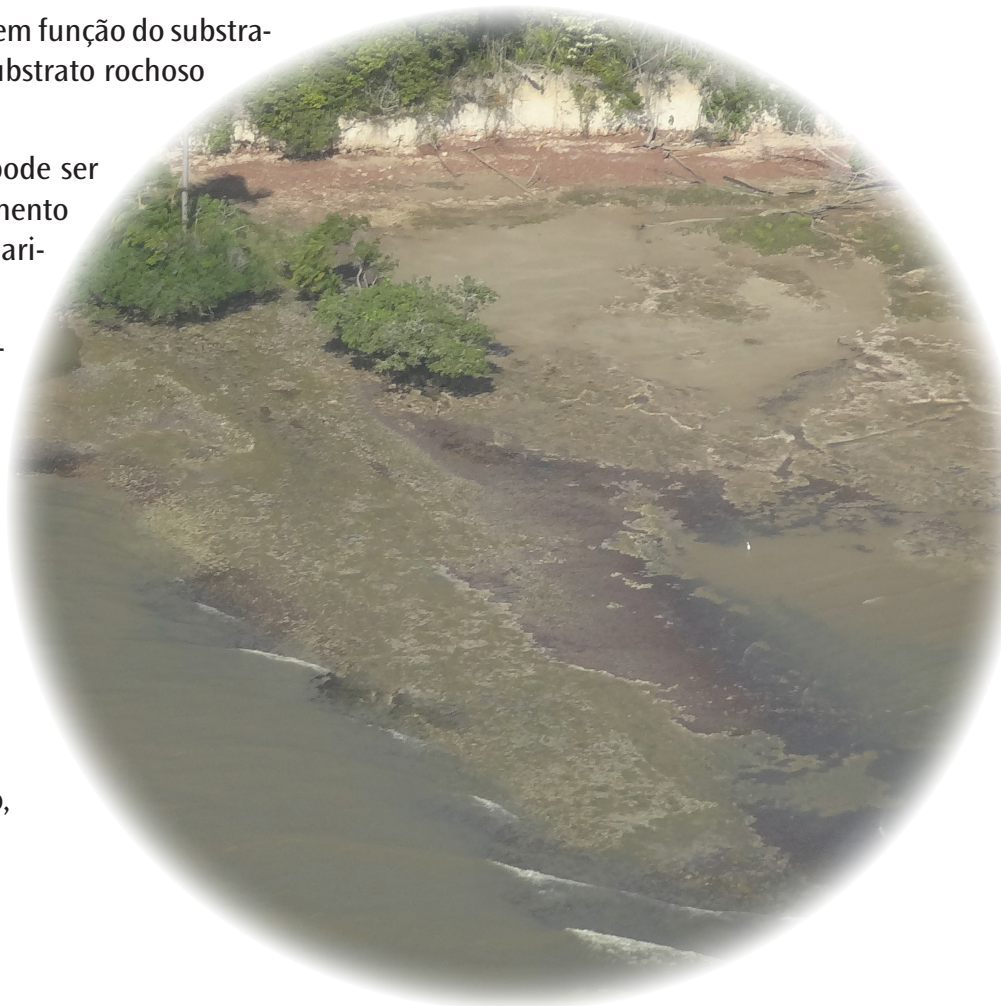
Características:

- Energia variada das ondas e das correntes de maré
- Declividade entre 8 e 15 graus, nos casos de substratos móveis, ou sub-horizontal em substratos duros
- Média a elevada permeabilidade do substrato (mistura de cascalho e areia); participação relativa da fração cascalho (maior que 2 mm) de pelo menos 20% na composição do sedimento
- Cascalho pode ser composto de fragmentos de rochas, conchas ou corais
- Percolação do óleo até cerca de 50 cm de profundidade
- Mobilidade dos sedimentos muito elevada no ciclo tempestade/pós-tempestade; potencial de erosão durante tempestades e posterior soterramento
- Superfície irregular ou recoberta de vegetação, no caso de substratos duros

Comportamento potencial do óleo / Ações de resposta:

- Penetração do óleo até cerca de 50 cm de profundidade
- Maior profundidade de percolação do óleo dificulta a limpeza, podendo causar erosão ou problemas de descarte
- Baixa trafegabilidade em função do substrato e da presença de substrato rochoso residual
- Persistência do óleo pode ser alta se houver soterramento ou retenção em irregularidades do substrato
- Tempestades periódicas podem remobilizar o óleo soterrado

FIGURA 24 - ISL 5, plataforma de abrasão recoberta por vegetação, Barcarena (PA)



ISL 6 – SUBSTRATOS DE ELEVADA PERMEABILIDADE; ALTA PENETRAÇÃO / SOTERRAMENTO DE ÓLEO

- Terraço exumado recoberto por concreções lateríticas (disformes e porosas) (Figura 25a e 25b)

Características:

- Elevada variabilidade anual no grau de exposição e, conseqüentemente, na frequência de mobilização de sedimentos por ação das ondas
- Reflexão variável das ondas
- Elevada permeabilidade do substrato (cascalho) ou substrato rochoso/duro com muitas reen-trâncias
- Declividade moderada
- Potencial de enterramento e erosão durante tempestades
- Baixa trafegabilidade e pequena reposição natural dos sedimentos

Comportamento potencial do óleo / Ações de resposta:

- Penetração máxima do óleo de até 100 cm de profundidade
- Praias de cascalho sofrem maior impacto, devido à maior penetração do óleo e dificuldade de remoção
- Persistência do óleo pode ser alta se houver soterramento ou se as tempestades após o soterramento forem pouco frequentes
- Limpeza pode ser difícil devido à grande profundidade de penetração do óleo e baixa trafegabilidade
- Jateamento com água pode ser uma solução parcial em enrocamentos

FIGURA 25b - ISL 6, terraço exumado recoberto por concreções lateríticas (disformes e porosas), Salvaterra, Ilha do Marajó (PA)



FIGURA 25a - ISL 6, terraço exumado recoberto por concreções lateríticas (disformes e porosas), Araxá, Orla de Macapá (AP)



ISL 7 – SUBSTRATOS SUB-HORIZONTAIS, PERMEÁVEIS, EXPOSTOS

- Planície de maré arenosa/lamosa exposta (Figura 26a, 26b)
- Terraço de baixamar exposto (Figura 26c)

Características:

- Acumulação sedimentar de baixíssima declividade (menor que 3 graus)
- Substrato formado predominantemente por areia, podendo ocorrer frações de silte e cascalho
- Penetração do óleo muito reduzida, devido à saturação do sedimento com água
- Largura variando de poucos metros a quilômetros
- Substrato inconsolidado de baixa trafegabilidade

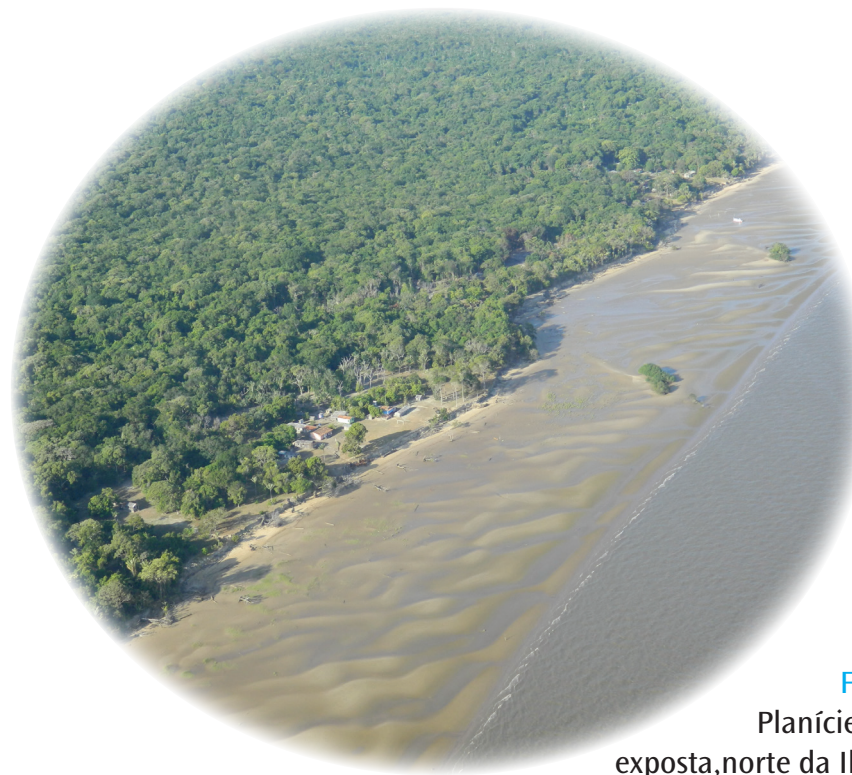


FIGURA 26a - ISL 7, Planície de maré arenosa exposta, norte da Ilha de Marajó (PA)

Comportamento potencial do óleo / ações de resposta:

- Óleo tende a não percolar ou aderir facilmente aos sedimentos arenosos saturados
- Óleo tende a ser transportado para a zona de alcance máximo da preamar ou é levado ao longo da costa pelas correntes de maré
- O impacto na biota pode ser alto devido à exposição tóxica (óleos leves ou frações dispersas) ou asfixia (óleos pesados)
- Limpeza difícil devido a tendência de transferir o óleo para camadas mais profundas de sedimento, através do pisoteio ou outras ações de resposta



FIGURA 26b - ISL 7, Planície de maré lamosa exposta, Cabo Cassiporé (AP)



FIGURA 26c - ISL 7, Terraço de baixamar exposto, Ilha de Maracá (AP)

ISL 8 – SUBSTRATOS IMPERMEÁVEIS A MODERADAMENTE PERMEÁVEIS, ABRIGADOS, COM EPIFAUNA ABUNDANTE

- Estrutura artificial lisa abrigada (Figura 27a)
- Estrutura artificial não lisa abrigada (Figura 27b)
- Escarpa e talude íngreme abrigado (Figura 27c)
- Encosta de rocha não lisa abrigada (Figura 27d)

Características:

- Abrigado da ação das ondas; substrato duro composto por rocha do embasamento, estrutura artificial ou argila dura, exceto no caso de barreiras
- Substrato pode variar de vertical liso a encosta rugosa, de variados graus de permeabilidade
- Declividade geralmente íngreme (maior que 15 graus), resultando em estreita faixa de estirâncio
- Comum a presença de densa cobertura de algas e outros organismos

Comportamento potencial do óleo / ações de resposta:

- Óleo tende a recobrir a superfície contaminada, persistindo por longo tempo devido à inexistência de hidrodinamismo capaz de efetuar a remoção
- Impacto na biota pode ser alto devido à exposição tóxica (óleos leves ou frações dispersas) ou asfixia (óleos pesados)
- Limpeza frequentemente necessária, tanto por razões estéticas, quanto pela baixa remoção natural, sendo muitas vezes complicada, devido à dificuldade de acesso



FIGURA 27c - ISL 8, escarpa e talude íngreme abrigado, Furo do Arrozal (PA)



FIGURA 27b - ISL 8, estrutura artificial não lisa abrigada, Orla de Belém (PA)



FIGURA 27d - ISL 8, encosta de rocha não lisa abrigada, Rio Oiapoque (AP)



FIGURA 27a - ISL 8, estrutura artificial lisa abrigada, Orla de Macapá (AP)

ISL 9 – SUBSTRATOS SEMIPERMEÁVEIS, PLANOS, ABRIGADOS

- Planície de maré arenosa / lamosa abrigada (Figura 28a)
- Banco arenoso/lamoso abrigado (Figura 28b)
- Terraço de baixamar lamoso abrigado (Figura 28c)

Características:

- Abrigado da ação das ondas; substrato sub-horizontal lamoso (declividade menor que 3 graus)
- Sedimento saturado com água, com baixa permeabilidade a não ser pela presença de orifícios feitos por animais
- Largura variando de poucos metros a quilômetros
- Sedimentos finos de baixa trafegabilidade

Comportamento potencial do óleo / ações de resposta:

- A penetração de óleo é limitada pelos sedimentos saturados de água
- Óleo tende a ser transportado para a zona de alcance máximo da preamar, onde pode ocorrer penetração no substrato
- O impacto na biota pode ser alto, devido à exposição tóxica (óleos leves ou frações dispersas) ou asfixia (óleos pesados)
- A remoção natural ocorre de forma extremamente lenta
- Substrato mole e dificuldade de acesso inviabilizam a limpeza; qualquer esforço nesse sentido tende a introduzir o óleo nas camadas mais profundas

FIGURA 28a - ISL 9, planície de maré lamosa abrigada, Orla de Macapá (AP)



FIGURA 28b - ISL 9, banco arenoso abrigado, leste da Ilha de Marajó (PA)



FIGURA 28c - ISL 9, terraço de baixamar lamoso abrigado, margem Canal do Norte do rio Amazonas, costa do município de Itaubal (AP)



ISL 10 – ZONAS PANTANOSAS COM VEGETAÇÃO ACIMA D'ÁGUA

- Barra de rio vegetada (Figura 29a)
- Brejo salobro ou de água salgada, com vegetação adaptada ao meio salobro ou salgado
- Terraço alagadiço, banhado (Figura 29b), margem de rio e lagoa (Figura 29c)
- Manguezal (mangues frontais e mangues de estuários) (Figura 29e)

Características:

- Ambientes de baixa energia; substrato plano, lamoso a arenoso, sendo mais comuns os solos muito orgânicos lamosos
 - Declive geralmente muito baixo, menor que 3 graus (zona intermareal potencialmente extensa)
 - Sedimento saturado com água, com baixa permeabilidade a não ser pela presença de orifícios feitos por animais; sedimentos moles de baixíssima trafegabilidade

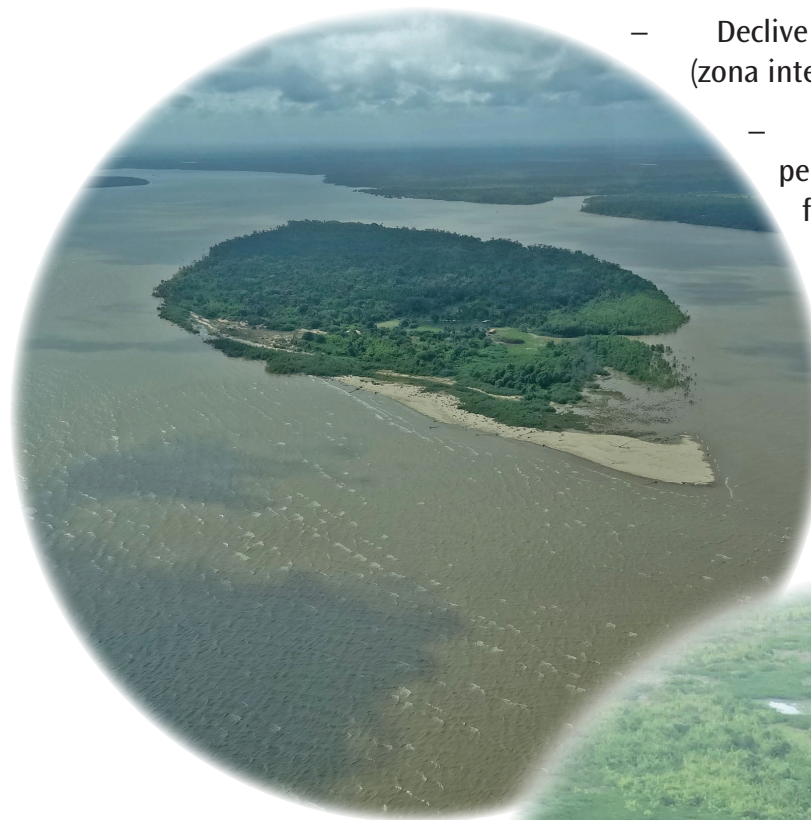
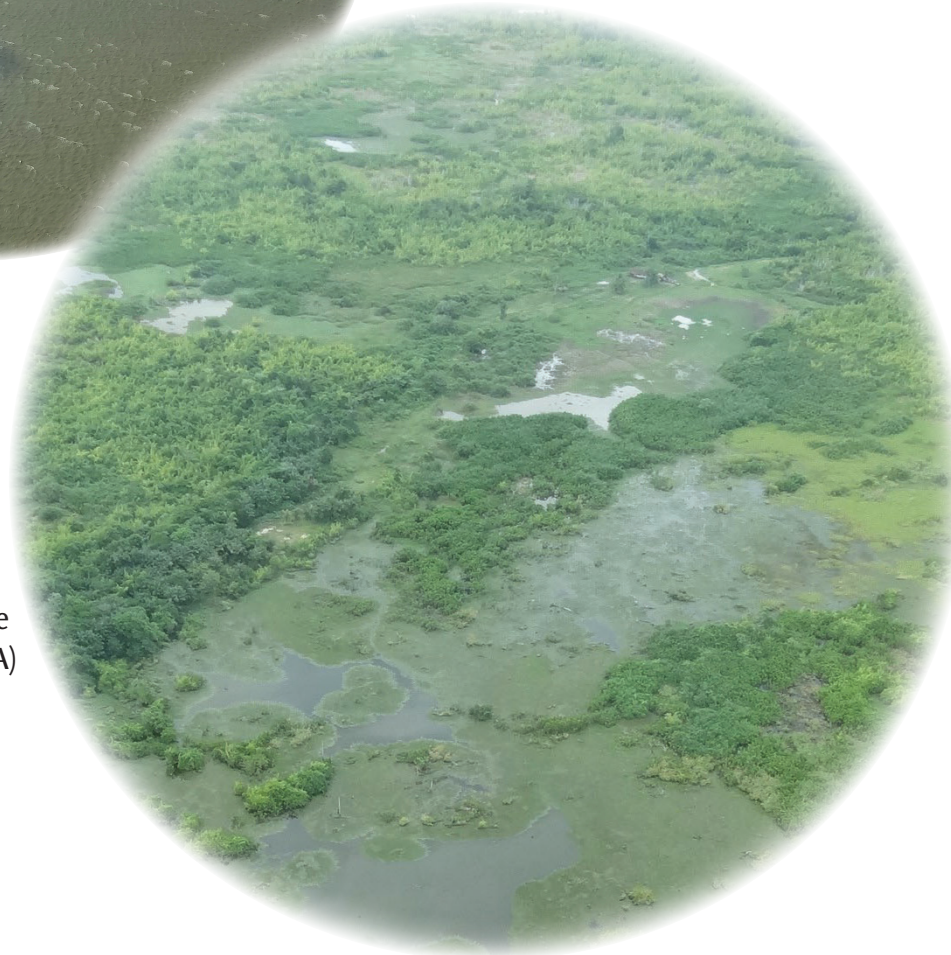


FIGURA 29a - ISL 10, barra de rio vegetada, oeste Ilha do Marajó (PA)

FIGURA 29b - ISL 10, banhado e terraços alagadiços, Ilha de Marajó (PA)



Comportamento potencial do óleo / Ações de resposta:

- A penetração de óleo é limitada pelos sedimentos saturados de água; possibilidade de cobertura direta da vegetação pelo óleo na zona de intermarés
- Cobertura direta com óleos viscosos pode sufocar os organismos bênticos e sistemas radiculares
- Impacto na biota pode ser alto devido à exposição tóxica (óleos leves ou frações dispersas) ou asfixia (óleos pesados)
- Remoção natural ocorre de forma extremamente lenta, devido aos baixos níveis de energia e biodegradação (condição anaeróbia do substrato) desses ambientes
- Habitats mais sensíveis devido à elevada riqueza e valor biológico; funcionam como verdadeiras armadilhas de retenção de óleo
- O substrato mole e a dificuldade de acesso tornam a limpeza impraticável
- Qualquer tentativa de limpeza poderá introduzir o óleo nas camadas mais profundas e agravar o dano

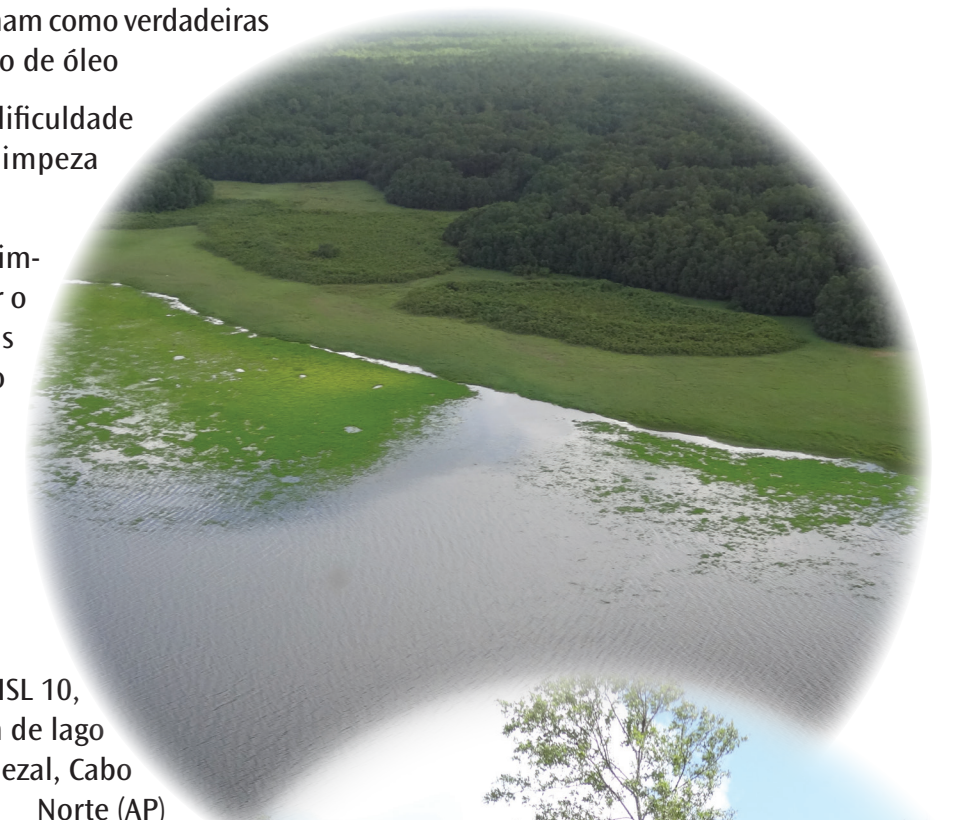


FIGURA 29c - ISL 10, margem de lago com manguezal, Cabo Norte (AP)

FIGURA 29d - ISL 10, manguezal em estuário, rio Cuñani (AP)



