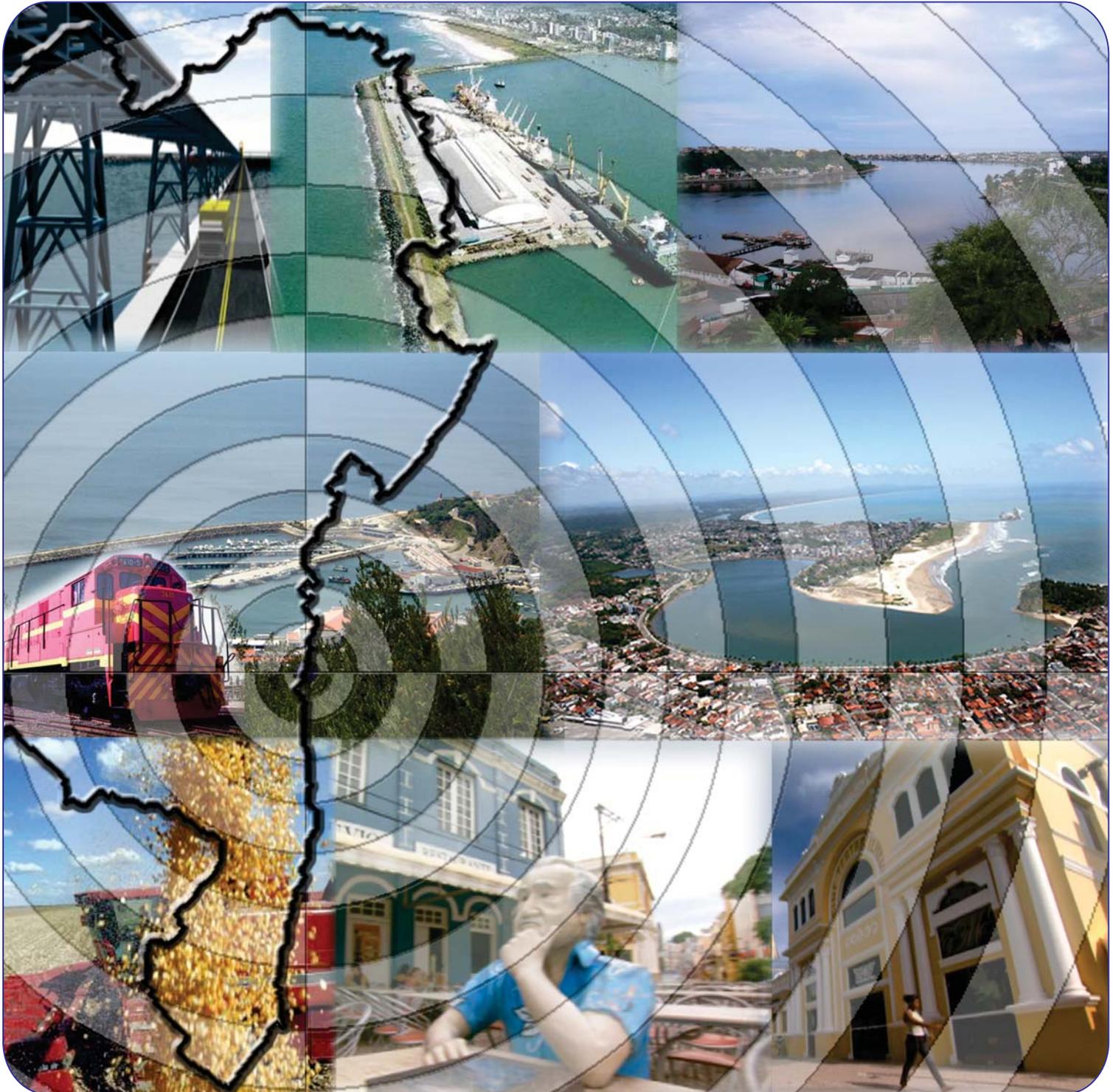


CONSÓRCIO

HYDROS



ORIENTA



**ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) E RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL
(RIMA) PARA IMPLANTAÇÃO DO PORTO SUL EM ILHÉUS**

TOMO XIV - APÊNDICE 13 - ESTUDO DE CONECTIVIDADE HÍDRICA

GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA

SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA

**DERBA - DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES DA
BAHIA**

DIRETOR GERAL

Saulo Filinto Pontes de Souza

DIRETOR DE PROJETOS E PROGRAMAS ESPECIAIS

Anna Christina Cruz Dias

HYDROS ENGENHARIA E PLANEJAMENTO LTDA

RESPONSÁVEL TÉCNICO

Engº Silvio Humberto Vieira Regis

COORDENAÇÃO GERAL

Engº Ulysses Fontes Lima

Engº José Jaques Coelho

GERENTE DE CONTRATO

Geol. Sandro Luiz de Camargo

**ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) E RELATÓRIO DE IMPACTO
AMBIENTAL (RIMA) PARA IMPLANTAÇÃO DO PORTO SUL EM ILHÉUS**

APÊNDICE 13 – ESTUDO DE CONECTIVIDADE HÍDRICA

APRESENTAÇÃO

O Consórcio **HYDROS/ORIENTA** apresenta o “CADERNO DE RESPOSTAS AO PARECER Nº 09/2012 – COPAH/CGTMO/DILIC/IBAMA” (0341-RT-00-MA-020 R-00), parte integrante do Contrato nº CC001 - CT 012/10, cujo objeto é a “Contratação de Consultoria de engenharia para elaboração de Estudo de Impacto Ambiental - EIA e Relatório de Impacto Ambiental - RIMA para implantação do Porto Sul em Ilhéus”, firmado entre o CONSÓRCIO HYDROS/ORIENTA e o DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES DA BAHIA - DERBA. O Caderno de Respostas completo constitui-se de vinte Tomos, com a seguinte estrutura:

- Tomo I - Documento-resposta
- Tomo II - Apêndice 1 – Caracterização do Empreendimento
- Tomo III - Apêndice 2 – Justificativa do Empreendimento, Avaliação de Alternativas Tecnológicas e Locacionais e Definição da Área de Influência
- Tomo IV - Apêndice 3 – Caracterização dos Acessos
- Tomo V - Apêndice 4 – Caracterização da Pedreira
- Tomo VI - Apêndice 5 – Qualidade do Ar
- Tomo VII - Apêndice 6 – Ruídos e Vibrações
- Tomo VIII - Apêndice 7 – Linha de Costa, Dragagem e Rotas Marítimas
- Tomo IX - Apêndice 8 – Dados Sismológicos e Espeleologia
- Tomo X - Apêndice 9 – Qualidade da Água
- Tomo XI - Apêndice 10 – Fauna Terrestre
- Tomo XII - Apêndice 11 – Biota Aquática, Cetáceos e Quelônios
- Tomo XIII - Apêndice 12 – Flora
- Tomo XIV - Apêndice 13 - Estudo de Conectividade Hídrica**
- Tomo XV - Apêndice 14 - Bioindicadores, Unidades de Conservação e Anuências
- Tomo XVI - Apêndice 15 – População, Turismo e Patrimônio Cultural e Arqueológico
- Tomo XVII - Apêndice 16 – Atividade Pesqueira
- Tomo XVIII - Apêndice 17 – Avaliação dos Impactos Ambientais
- Tomo XIX - Apêndice 18 – Programas Ambientais
- Tomo XX - Apêndice 19 – Caderno de Investimentos

O presente documento **Tomo XIV** corresponde ao **Apêndice 13 – Estudo de Conectividade Hídrica**. Este documento está apresentado em duas partes. A Parte I contém os comentários e suas respectivas respostas e a Parte II contempla os estudos complementares.

PARTE I – COMENTÁRIOS/RESPOSTAS

**TOMO XIV - APÊNDICE 13 – ESTUDO DE CONECTIVIDADE
HÍDRICA**

▪ **Comentário 147 – página 63, parágrafo 1.**

Discutir a ocorrência e distribuição de espécies marinhas e dulcícolas e apresentar dados sobre o perfil da conexão hídrica da região (áreas alagadas e alagáveis, interligação entre os ambientes marinhos e dulcícolas) e sua relevância na ocorrência, distribuição e fluxo de indivíduos; Identificar as espécies endêmicas; Apresentar tabela de indivíduos capturados e depositados, incluindo n° do tombo.

▪ **Resposta ao Comentário 147:**

Analisando o estudo apresentado sobre a Ictiofauna marinha e dulcícola (**TOMO II – Volume 2 – Diagnóstico Ambiental – Meio Biótico, itens 8.2.4.9 e 8.2.4.10**), verificou-se que a discussão deste tema não foi adequadamente aprofundada, bem como os aspectos relacionados a conexão hídrica local. Neste contexto, buscou-se atender a recomendação apresentada em parecer IBAMA, com a realização de um estudo de conectividade hídrica onde é abordada a ocorrência e distribuição de espécies marinhas e dulcícolas, bem como os dados sobre o perfil da conexão hídrica local (áreas alagadas e alagáveis, interligação entre os ambientes marinhos e dulcícolas) e sua relevância na ocorrência, distribuição e fluxo de indivíduos da ictiofauna.

O conteúdo referente a este questionamento é apresentado no **Apêndice 13 – Estudo de Conectividade Hídrica**, deste caderno de resposta.

▪ **Comentário 149 – página 63, parágrafo 1.**

Apresentar informações qualitativas, quantitativas e espaciais sobre o estágio de vida dos indivíduos coletados (adultos, juvenis), comparando com os dados de Ponta da Tulha, a fim de identificar o uso predominante da área e a distribuição dos mesmos.

▪ **Resposta ao Comentário 149:**

Analisando o estudo apresentado sobre a Ictiofauna marinha e dulcícola (**TOMO II – Volume 2 – Diagnóstico Ambiental – Meio Biótico, itens 8.2.4.9 e 8.2.4.10**), verificou-se que a discussão deste tema não foi adequadamente aprofundada, bem como os aspectos relacionados a conexão hídrica local. Neste contexto, buscou-se atender a recomendação apresentada em parecer IBAMA, com a realização de um estudo de conectividade hídrica onde é abordada a ocorrência e distribuição de espécies marinhas e dulcícolas, bem como os dados sobre o perfil da conexão hídrica local (áreas alagadas e alagáveis, interligação entre os ambientes marinhos e dulcícolas) e sua relevância na ocorrência, distribuição e fluxo de indivíduos da ictiofauna.

O conteúdo referente a este questionamento é apresentado no **Apêndice 13 – Estudo de Conectividade Hídrica**, deste caderno de resposta.

▪ **Comentário 152 – página 63, parágrafo 1.**

As estações do rio Almada e C7 foram novamente as de maior relevância, entretanto pelo predomínio de espécies anfíguas outras também devem ser consideradas para contemplar as espécies dulcícolas, como as estações C3 e C4 (mais ao norte da ADA).

▪ **Resposta ao Comentário 152:**

Analisando o estudo apresentado sobre a Ictiofauna marinha e dulcícola (**TOMO II – Volume 2 – Diagnóstico Ambiental – Meio Biótico, itens 8.2.4.9 e 8.2.4.10**), verificou-se que a discussão deste tema não foi adequadamente aprofundada, bem como os aspectos relacionados a conexão hídrica local. Neste contexto, buscou-se atender a recomendação apresentada em parecer IBAMA, com a realização de um estudo de conectividade hídrica onde é abordada a ocorrência e distribuição de espécies marinhas e dulcícolas, bem como os dados sobre o perfil da conexão hídrica local (áreas alagadas e alagáveis, interligação entre os ambientes marinhos e dulcícolas) e sua relevância na ocorrência, distribuição e fluxo de indivíduos da ictiofauna.

O conteúdo referente a este questionamento é apresentado no **Apêndice 13 – Estudo de Conectividade Hídrica**, deste documento de resposta ao PT do IBAMA.

▪ **Comentário 157 – página 67, parágrafo 6.**

Apresentar lista de espécies registradas nos levantamentos primários contendo informações biológicas de relevância, tais como endemismo, grau de ameaça, perfil de habitat (catádroma, anádroma), entre outras.

▪ **Resposta ao Comentário 157:**

Analisando o estudo apresentado sobre Ictiofauna (**TOMO II – Volume 2 – Diagnóstico Ambiental – Meio Biótico itens 8.2.4.9 e 8.2.4.10**) verificou-se que a apresentação dos dados referentes aos levantamentos primários, não foi feita de forma adequada. Assim visando a complementação deste questionamento, procedeu-se com a revisão e correção destas informações. Na segunda campanha (Período Seco), a qual foi realizada entre os dias 06 e 16 de setembro de 2011, foram amostradas 35 espécies de peixes, pertencentes a 22 Famílias e 10 Ordens.

As informações adicionais referentes ao perfil de habitat das espécies identificadas nesta amostragem também são discutidos estudo de conectividade hídrica, apresentado no **Apêndice 13 – Conectividade Hídrica**.

Os demais conteúdos relacionados a este questionamento são apresentados no **Apêndice 11, item 11.A – Biota Aquática**, deste caderno de resposta.

▪ **Comentário 190 – página 79, parágrafo 4.**

Deve-se avaliar o efeito da impermeabilização e compactação do solo na ADA do empreendimento (área de efetiva intervenção) em relação aos impactos sobre os mananciais subterrâneos, incluindo a proposição de possíveis medidas mitigadoras.

▪ **Resposta ao Comentário 190:**

A geologia da área da ADA é formada por rochas sedimentares da Bacia do Almada aflorante nos terrenos mais elevados, recobertos nas áreas de fundo de vale por sedimentos quaternários e depósitos aluvionares, condicionando a formação de quatro domínios hidrogeológicos de características distintas.

Conforme apresentado no **Diagnóstico Ambiental – Meio Físico, Tomo II – Volume 1**, na **Figura 8.1.5.2.6 – Zoneamento Conceitual Hidrogeológico** do EIA, ao contrário do que ocorre nas áreas de tabuleiros mais a sudeste da ADA, onde predomina a infiltração, nos terrenos onde serão instaladas as estruturas do porto predomina o escoamento superficial. O substrato, devido a sua constituição geológica, é naturalmente impermeável em profundidade, e a morfologia da superfície do freático é condicionada pela topografia, onde a água infiltrada percola e tem como caminho preferencial a interface solo/rocha, com o fluxo orientado para as áreas rebaixadas de fundo de vales. Secundariamente, e de forma mais restrita, o fluxo subterrâneo ocorre através de fraturas/falhas e/ou orientado segundo acamamento das rochas sedimentares.

A área diretamente afetada (ADA) para os meios físico e biótico é de 1.224,90 ha, dos quais 328,75 ha representam áreas parcialmente impermeabilizadas por estruturas ou pela compactação do solo, o que perfaz cerca de 26,84%. Essa impermeabilização parcial dos terrenos terá como efeito uma alteração no balanço hídrico local, com a redução da infiltração e aumento do escoamento superficial instantâneo.

Conforme o balanço hídrico da área, com base em dados climatológicos e hidrológicos, e em termos médios anuais, a infiltração é de 1.894 mm/ano. Desse montante, 1.464 mm/ano retornam para a atmosfera por evapotranspiração e 70 mm/ano são atribuídas a perdas iniciais diversas, restando para percolação efetiva um valor de aproximadamente 360 mm/ano.

Considerando as alterações no balanço hídrico da área de influência devido à impermeabilização de 328,75 ha, estimou-se uma redução da infiltração da ordem de 644.350 m³/ano (ver memória de cálculo), o que equivale a 7,6% do valor total da infiltração nas sub-bacias hidrográficas afetadas pelas obras (2.334,6 ha).

Assim, considerando um ponto de controle no exutório da área de influência, os rios e riachos terão uma redução de 7,6% da sua vazão de base, volume esse que retorna de forma rápida como escoamento superficial.

Conforme o modelo hidrodinâmico conceitual apresentado no referido Diagnóstico Ambiental, o escoamento em subsuperfície ocorre preferencialmente na interface solo/rocha, onde as águas subterrâneas têm o seu fluxo principal controlado pelo relevo local das pequenas sub-bacias, e quando as águas de chuva infiltram nos sedimentos arenosos da Formação Barreiras e/ou nos solos residuais locais desenvolvidos sobre os sedimentos da

bacia do Almada, convergindo para as partes mais baixas, e exudando para formar o sistema de drenagem superficial.

Assim, as áreas de recarga e exutórios estão próximas entre si, condicionadas pela topografia local. A partir das áreas de topo, onde ocorre a recarga por infiltração, as águas subterrâneas convergem radialmente para as áreas rebaixadas, prioritariamente controladas pelo pendor do relevo.

Nesse contexto, com a impermeabilização parcial dos terrenos, é esperado apenas um rebaixamento local da superfície potenciométrica, ocorrendo, por consequência, uma redução na velocidade do fluxo de escoamento de subsuperfície, que irá refletir na redução das descargas de base, conforme apresentado.

Os perfis a seguir ilustram o comportamento da superfície potenciométrica em função das movimentações de terra: **Figura 1** para uma área típica de corte, e **Figura 2** para áreas contíguas de corte e aterro.

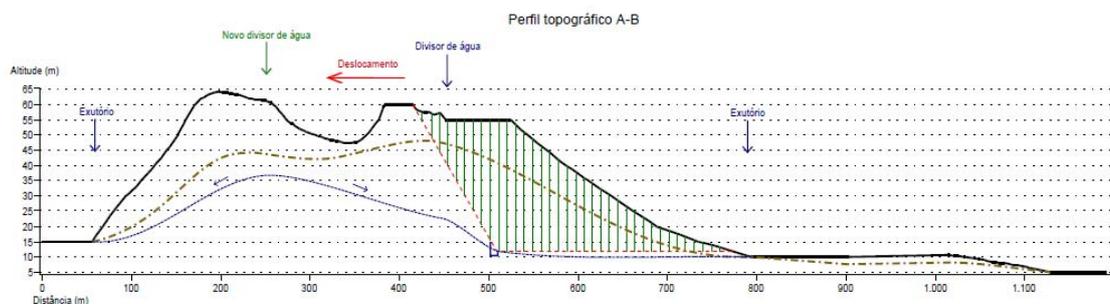


Figura 1 - Perfil na Área Proposta para Implantação do “Clinker” Mostrando o Provável Comportamento da Superfície Potenciométrica para uma Área Típica de Corte

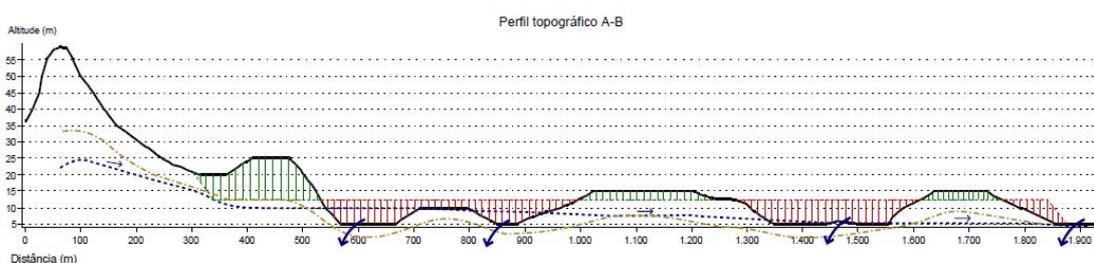


Figura 2 - Perfil Esquemático na Área Proposta para Implantação do Pátio de Armazenamento de Minério de Ferro, com o Provável Comportamento da Superfície Potenciométrica

Medidas mitigadoras

Como medidas mitigadoras estão sendo indicadas:

- Utilização das águas captadas das áreas impermeáveis e das bacias de decantação para controle de poeira nas pilhas, reduzindo a necessidade de captação subterrânea ou superficial;
- Os canais de drenagem devem ter baixa declividade e escavados em terreno natural, sem revestimento, favorecendo a recarga;

- Quando possível, manter áreas entre as edificações e estruturas em terreno natural, protegidas apenas por vegetação de gramínea, com vistas a aumentar a infiltração; e
- Implantar um sistema de monitoramento dos mananciais subterrâneos.

▪ **Comentário 282 - página 122, parágrafo 8.**

As alterações no meio físico e no uso e ocupação do solo podem interferir na produção e qualidade dos recursos pesqueiros no rio Almada.

▪ **Resposta ao Comentário 282:**

As alterações de vazão no rio Almada serão desprezíveis, conforme discutido no **Apêndice 13 – Conectividade Hídrica** e, portanto, não se espera alterações da cunha salina deste rio. O crescimento urbano, por outro lado, caso não controlado e monitorado, poderá interferir no rio Almada de duas formas: erosão das margens e assoreamento em função de desmatamento; e aumento da adição de esgoto doméstico *in natura* no rio, aumentando os níveis de nutrientes, podendo, em caso extremo, levar à eutrofização. Estas alterações poderiam levar a impactos na pesca.

A atividade pesqueira pode ser influenciada positivamente ou negativamente em função das alterações econômicas conseqüentes à implantação e à operação do porto. No caso específico das comunidades situadas ao longo do rio Almada, espera-se uma redução da atividade pesqueira associada à maior oferta de empregos para a população, considerando-se que a pesca é uma atividade econômica complementar, não se constituindo na principal fonte de renda destas comunidades. Além destas características, os recursos, conforme os pescadores, estão escassos e alcançam baixo preço de venda. Para os pescadores que continuarem com as atividades, haverá um aumento do mercado consumidor (aumento de demanda), o que significará melhores preços de comercialização e até a eliminação da figura do atravessador na cadeia de comercialização. O **Apêndice 17 – Avaliação dos Impactos Ambientais** trata sobre estes impactos previstos.

▪ **Comentário 283 - página 122, parágrafo 9.**

Deslocamentos de população, migrações, novas ocupações urbanas formais e informais poderão influenciar na cultura da pesca, promovendo situações de risco para áreas e espécies relevantes para a pesca.

▪ **Resposta ao Comentário 283:**

A resposta a este comentário já foi contemplada pela resposta ao Comentário 282.

▪ **Comentário 284 - página 122, parágrafo 10.**

Expansões urbanas irregulares no entorno das comunidades pesqueiras, implicando em perda dos acessos aos portos e áreas de pesca. Observa-se que o estudo aponta que este processo de perdas de acesso a portos e áreas de pesca, inclusive interferências em território pesqueiro poderá ser acelerado por influência do empreendimento. (EIA, Tomo III, p.9-27).

▪ **Resposta ao Comentário 284:**

A resposta a este comentário já foi contemplada pela resposta ao Comentário 282.

Comentário 294 - página 130, parágrafo 3.

Em relação à alteração da dinâmica hídrica, cabe destacar que não foi considerada a possibilidade de que ocorram interrupções ou severas mudanças no fluxo e volume das águas subterrâneas. Os aquíferos podem ser afetados tanto pela impermeabilização do solo (com alteração de pontos de recarga), quanto pelo aumento de peso sobre o solo devido à operação do porto, que, como tratado, traz riscos de recalque e deformações no terreno.

▪ **Resposta ao Comentário 294:**

Ensaio de perda d'água no furo CPM – 4102-01, localizado nas coordenadas N 8.376.167 e E 489.445, próximo ao virador de vagão, entre a área da Bamin e as áreas de estoque de minério de ferro, apresentam a 9,1 metros de profundidade uma camada de argilito de coloração marrom, impenetrável aos 12,1 metros e com permeabilidade variando entre 10^{-4} e 10^{-7} , tendendo a impermeável em profundidade.

Os perfis geológico-geotécnicos, elaborados a partir dos furos de sondagem para as áreas do terminal da Bamin, indicam como condição típica entre a profundidade de 0 a 20 metros a ocorrência de camadas intercaladas de siltes argilosos, argilas siltosas, argilitos e folhelhos, com alguns raros níveis de areias confinadas.

Esses ensaios confirmam a previsão de que as rochas sedimentares da bacia do Almada são de muito baixa permeabilidade e que a movimentação das águas subterrâneas ocorre nos níveis mais superficiais, em solo residual, sobretudo no contato solo/rocha quando em áreas elevadas, ou nos delgados depósitos recentes de fundo de vale.

Conforme estudos de **Diagnóstico Ambiental - Meio Físico, Tomo II - Volume 1**, apoiados nos resultados das sondagens e na análise da distribuição das áreas que serão impermeabilizadas, não é esperado que ocorram mudanças significativas no fluxo e volume de águas subterrâneas. Entende-se que com uma nova configuração topográfica do terreno, gerando plano em cotas que variam de 10 a 13 metros, haverá uma alteração na morfologia da superfície potenciométrica, promovendo localmente uma suavização da curva e um deslocamento dos divisores de água.

Considerando que as principais zonas de recarga são os altos topográficos e que os exutórios naturais são a própria rede de drenagem e as áreas embrejadas adjacentes, os efeitos da impermeabilização e compactação de terrenos da ADA sobre os mananciais subterrâneos ficam restritos à própria área de intervenção efetiva. Nas áreas de corte, haverá um

deslocamento dos divisores de água no sentido contrário ao do corte e um rebaixamento da superfície potenciométrica pela drenagem de pé de talude. Nas áreas de aterro, o fluxo continuará a ser definido pela topografia e pela antiga rede de drenagem superficial ou *interface* solo residual/rocha.

Com o objetivo de minimizar possíveis efeitos da impermeabilização dos terrenos, estão sendo indicadas medidas tais como:

- Utilização de águas captadas das áreas impermeáveis e das bacias de decantação para controle de poeira nas pilhas, reduzindo a necessidade de captações subterrâneas ou superficiais;
- Os canais de drenagem devem ter baixa declividade e escavados em terreno natural, sem revestimento, favorecendo a recarga;
- Quando possível, manter áreas entre as edificações e estruturas em terreno natural protegidas apenas por vegetação de gramíneas, com vistas a aumentar a infiltração;
- Implantar um sistema de monitoramento dos mananciais subterrâneos.

Uma análise detalhada da dinâmica hídrica da área de influência do empreendimento, bem como as consequências dessa implantação foi feita no **Apêndice 13** deste documento de resposta, no Estudo de Conectividade Hídrica. Além disto, com base neste estudo, foram reavaliados diversos impactos que tratam de alterações da dinâmica hídrica a partir da impermeabilização e compactação do terreno na Área Diretamente Afetada (ADA) do empreendimento, a saber:

- a) Impacto A.4 (Alteração da qualidade das águas subterrâneas na fase de implantação);
- b) Impacto A.11 (Compactação de solos com redução da permeabilidade);
- c) Impacto A.13 (Alteração da disponibilidade hídrica na fase de implantação);
- d) Impacto A.23 (Alteração na disponibilidade hídrica na fase de operação);
- e) Impacto A.27 (Alteração da qualidade das águas subterrâneas na fase de operação);
- f) Impacto A.28 (Aumento local das vazões máximas de cheias);
- g) Impacto A.31 (Riscos de recalque e deformação dos terrenos do empreendimento), e;
- h) Impacto A.32 (Alteração quantitativa na vazão e fluxo de águas subterrâneas).

Nestas reavaliações dos impactos foi constatado que as alterações da implantação do empreendimento em relação às águas subterrâneas e dinâmica dos escoamentos superficiais das águas estão restritas a ADA e pequena parte da AID do meio físico, sendo impactos de caráter local e pequena expressão quantitativa.

▪ **Comentário 308 – página 135, parágrafo 2.**

Como não foi claramente abordada a impactação da perda de pequenos corpos hídricos na ADA e em seu regime de inundações, não foi possível dimensionar este impacto adequadamente, sendo sugerido então que o estudo apresente discussão sobre o tema.

▪ **Resposta ao Comentário 308:**

A impactação da perda de pequenos corpos hídricos na ADA e em seu regime de inundações foi abordada no **Tomo III, Item 10 do EIA/RIMA** nos seguintes impactos:

- a) **Impacto B.8 – Interferências em áreas de preservação permanente:** Como as áreas de matas ciliares que acompanham os cursos hídricos e as restingas nas margens do rio Almada na ADA, considerado de alta importância e com indicação de compensação mediante o programa de recuperação de matas ciliares no baixo curso do rio Almada, acompanhado pela criação de uma área de proteção ambiental na área de influência do empreendimento EIA/RIMA do Porto Sul, Tomo III, Item 10/pg. 10-93, Hydros Engenharia, 2011);
- b) **Impacto B.10 – Mortandade dos bentos continental:** Considerado como impacto de média importância e a ser acompanhado mediante programa de monitoramento específico EIA/RIMA do Porto Sul, Tomo III, Item 10/pg. 10-95, Hydros Engenharia, 2011);
- c) **Impacto B.12 – Risco de alteração das condições de suporte da biota aquática:** Considerado como impacto de baixa importância em virtude de diversos sistemas de controle ambiental de efluentes e resíduos inseridos no próprio empreendimento. A ser controlado mediante ações de monitoramento da biota aquática, qualidade das águas e monitoramento de efluentes EIA/RIMA do Porto Sul, Tomo III, Item 10/pg. 10-97, Hydros Engenharia, 2011);
- d) **Impacto B.15 – Possível interferência com a produtividade primária de mananciais:** Considerado de importância baixa em virtude das ações de controle já inseridas no projeto e a ser acompanhado mediante programa de monitoramento da biota aquática EIA/RIMA do Porto Sul, Tomo III, Item 10/pg. 10-100, Hydros Engenharia, 2011);
- e) **Impacto B.18 – Perda de habitats da ictiofauna continental:** Considerado como de importância baixa em virtude da composição específica da ictiofauna atualmente residente na ADA, formada por espécies comuns e diversas exóticas, a ser acompanhado mediante programa de acompanhamento da ictiofauna EIA/RIMA do Porto Sul, Tomo III, Item 10/pg. 10-103, Hydros Engenharia, 2011);
- f) **Impacto B.19 – Interferências temporárias com a movimentação de espécies estuarinas da ictiofauna:** Considerado como impacto de baixa importância, uma vez que não está prevista a interceptação completa do curso do rio Almada pelas obras, e a ser acompanhado mediante programa de monitoramento da ictiofauna EIA/RIMA do Porto Sul, Tomo III, Item 10/pg. 10-104, Hydros Engenharia, 2011);

Além das avaliações que já constavam no EIA/RIMA original, Tomo III, na reavaliação do Item de Impactos Ambientais (**Apêndice 17**) foram inseridos os impactos “*Interferência das alterações do regime hídrico nos fluxos migratórios da ictiofauna*” e “*Alteração quantitativa da vazão e fluxos de águas subterrâneas*” apresentados no referido **Apêndice 17**.

Complementando as avaliações acima e enfocando os impactos das alterações na conectividade hídrica e na fauna na área do entorno da ADA, o **Apêndice 13**, referente ao Estudo de Conectividade Hídrica traz a avaliação dos possíveis impactos da alteração hídrica na vegetação no entorno da ADA, avaliação dos possíveis impactos da alteração hídrica na movimentação da fauna no entorno da ADA, e a avaliação dos possíveis impactos da alteração hídrica na biota aquática no entorno da ADA.

Deste modo, considera-se que o assunto da impactação de pequenos corpos hídricos na ADA e no seu entorno foi complementado e apresenta agora uma avaliação abrangente e adequada dessa questão.

▪ **Comentário 309 - página 135, parágrafo 3.**

O estudo não dimensionou o impacto da perda de área alagada nestes grupos. Após esta análise será possível avaliar mais criteriosamente o impacto e recalcular seus escores, caso necessário.

▪ **Resposta ao Comentário 309:**

O Estudo de Conectividade Hídrica, apresentado no **Apêndice 13** do presente documento de resposta apresenta uma análise dos impactos da implantação do empreendimento em relação à ictiofauna, dentre outros aspectos. Neste estudo ficou esclarecido que a perda de açudes e pequenos cursos hídricos situados na Área Diretamente Afetada (ADA) afetará apenas a espécies de peixes dulciaquícolas que ocorrem na área que será diretamente afetada pelo empreendimento, as quais presentemente não são utilizadas por espécies estuarinas e marinhas. No diagnóstico ambiental executado na área não foram detectadas espécies de peixes de interesse para a conservação, sendo várias delas exóticas e com mobilidade associada aos mananciais de água doce situados na ADA e imediações.

Cabe ainda esclarecer que a ADA atual do empreendimento não comporta áreas alagáveis, e sim pequenos cursos hídricos e açudes, razão pela qual não se esperam efeitos diretos (perda de mananciais) em áreas alagáveis no contexto atual do projeto. Na Área de Influência Direta (AID) a ocorrência de área alagável está restrita ao baixo curso do rio Itariri, entre a ADA e Urucutuca. O mesmo estudo (**Apêndice 13**) aponta para efeitos muito localizados e baixos do empreendimento nesta área. O incremento hídrico a ser trazido pelo empreendimento será desprezível mesmo nos picos de chuvas, e, portanto, não se esperam efeitos sobre a distribuição de espécies de peixes que lá ocorrem. No Estudo de Conectividade Hídrica também foi considerada a possível influência da impermeabilização dos terrenos da ADA na vazão do rio Almada, que foi considerada desprezível.

No impacto B.18 (**Apêndice 17**) verifica-se a interferência das obras de construção de pontes no rio Almada (onde serão implantados pilares) sobre a movimentação de espécies marinhas da ictiofauna, bem como os possíveis efeitos de alteração da conectividade hídrica nas comunidades de peixes. Mediante o aprofundamento dos estudos com o Estudo de Conectividade Hídrica (**Apêndice 13**), tais intervenções mostraram-se insignificantes, razão

pela qual não se esperam modificações nessa mobilidade e nem na distribuição das espécies de peixes na região. Por esta razão, o impacto foi considerado de baixa importância.

▪ **Comentário 316 – página 137, parágrafo 4.**

Que seja discutido detalhadamente o diagnóstico e a impactação na alteração do regime de inundações e suas consequências sobre a biota da região (fluxo migratório).

▪ **Resposta ao Comentário 316:**

O **Apêndice 13** traz um estudo completo sobre a Conectividade Hídrica, incluindo discussões sobre a impactação na alteração do regime de inundações e suas consequências sobre a biota da região. A seguir são apresentados os resultados das principais análises.

- Impacto da Impermeabilização da Área no Regime de Cheias à Jusante da ADA, com o objetivo caracterizar a modificação no regime fluvial a ser gerado pelo empreendimento, quando comparado com a situação atual das bacias hidrográficas afetadas, bem como as consequências para a biota e a sua movimentação

Como demonstrado no **Apêndice 13**, referente à Conectividade Hídrica, a área onde está prevista a implantação do projeto contempla 3 sub-bacias, a saber: a sub-bacia da vertente oeste (maior em extensão) - que drena para o rio Itariri, a sub-bacia da vertente norte - que drena para o rio Almada, e a sub-bacia da vertente leste - que também drena para o rio Almada.

As sub-bacias da vertente norte e vertente leste onde está prevista a implantação do empreendimento confluem diretamente para o rio Almada e possuem áreas de drenagem de pequena extensão quando comparadas à bacia principal. Nessas sub-bacias, o impacto hidrológico da impermeabilização poderá ser perceptível nos locais que correspondem aos respectivos exutórios junto ao rio Almada. Imediatamente à jusante destes, o efeito da impermeabilização será praticamente imperceptível. Ou seja, haverá um aumento localizado do escoamento superficial nos pontos de conexão destas sub-bacias com o rio Almada, porém, o volume adicional trazido para o rio em virtude da impermeabilização do terreno associado com a implantação do empreendimento será imperceptível.

A sub-bacia hidrográfica da vertente oeste foi locada na garganta através da qual o curso principal transpõe o cordão elevado, com orientação sul-sudoeste - nor-nordeste. Além desse acidente geográfico, o curso principal abandona uma área com padrão de drenagem dendrítica, pouco sinuosa e de talvegue estável, para entrar numa zona de relevo plano, cursos d'água com traçado tortuoso, com meandros bem desenvolvidos e áreas marginais sujeitas a alagamentos frequentes. É nessa planície que o curso principal descarrega suas águas no rio Itariri.

A diferença entre a bacia afluyente e receptora (Vertente Oeste e rio Itariri) não alcança a disparidade (ou seja, a diferença de área) observada nas outras duas sub-bacias (Vertentes Norte e Vertente Leste) quando comparadas com a área da bacia receptora do rio Almada. Ou seja, por se tratar de um curso hídrico de menor porte, e já que a drenagem da sub-bacia oeste da área de implantação do empreendimento será maior que a drenagem das duas outras sub-bacias (norte e leste), o trecho do rio Itariri situado à jusante do ponto de exutório da sub-

bacia oeste é o local onde poderão ser percebidas as maiores alterações em decorrência da impermeabilização dos terrenos do empreendimento. A estimativa deste impacto e os reflexos na biota é o assunto tratado neste documento.

Com base nas considerações anteriores, a avaliação do efeito da impermeabilização é restrita à área onde pode ocorrer algum reflexo mensurável após a implantação do empreendimento. Esta área potencialmente afetada está limitada ao trecho do rio Itariri, aproximadamente entre a foz da Vertente Oeste da ADA do projeto e a ponte sobre a BA-648.

- Análise do impacto na hidrologia

Para a avaliação do efeito da impermeabilização e compactação do solo na ADA, em relação aos impactos sobre os mananciais subterrâneos, incluindo possíveis medidas mitigadoras (ver **Apêndice 13 – Conectividade Hídrica**) foram desenvolvidos dois modelos conceituais concentrados, um para a condição atual das sub-bacias e outro para as porções afetadas pelo empreendimento.

Baseados nestes modelos e na série de precipitações diárias de Ilhéus foram estimadas as séries de deflúvios diários das sub-bacias. Os modelos conceituais simplificados conservam a continuidade e desconsideram os efeitos de amortecimento dos reservatórios superficial e subterrâneo. Dessas condições resultam séries simuladas de regimes de vazões não permanentes, onde a resposta das alterações nas áreas de ocupação efetiva é maximizada.

Baseados nestes modelos e na série de precipitações diárias de Ilhéus, foram estimadas três séries de deflúvios diários, a saber:

- Série de deflúvios diários da sub-bacia da Vertente Oeste para o modelo conceitual do cenário atual;
- Série de deflúvios diários das Áreas de Ocupação Efetiva – AOE – do empreendimento (áreas impermeáveis e de solos compactados) para o modelo conceitual com projeto; e
- Série de deflúvios diários da sub-bacia da Vertente Oeste no cenário com Projeto.

A última série foi determinada como a média ponderada das duas séries de deflúvios anteriores, em função das frações da bacia ocupadas e não ocupadas pelo projeto, como indicado na expressão a seguir.

$$Q_{PROJ} = \frac{Q_{ATUAL} * A_{NOCUP} + Q_{AOE} * A_{OCUP}}{A_{NOCUP} + A_{OCUP}}$$

Onde Q_{PROJ} é a série de deflúvio diário da Vertente Oeste para o cenário com projeto; Q_{ATUAL} é a série de deflúvio diário da Vertente Oeste para o cenário atual; Q_{AOE} é a série de deflúvio diário da área de ocupação efetiva; A_{NOCUP} é a área da bacia não ocupada pelo projeto e A_{OCUP} é a área de ocupação efetiva do projeto.

Na Vertente Oeste, a área de ocupação não efetiva é igual a 263 ha e a área efetivamente ocupada é igual a 936 ha, que resulta numa área total da bacia de 1.199 ha.

O **Quadro 1** apresenta as curvas de permanência determinadas para as três séries de deflúvios.

O incremento do deflúvio diário esperado pelo empreendimento foi calculado como a diferença entre os deflúvios diários dos cenários atual e com projeto. A última coluna mostra o incremento do deflúvio diário calculado como uma porcentagem do deflúvio do cenário atual respectivo.

Quadro 1 - Curvas de Permanência dos Deflúvios para a Vertente Oeste

Permanência	Deflúvio Diário do Cenário Atual (mm)	Deflúvio Diário da AOE (mm)	Deflúvio Diário do Cenário com Projeto (mm)	Incremento do Deflúvio Diário após Projeto	
				(mm)	%
100,0%	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00%
90,0%	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00%
80,0%	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00%
70,0%	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00%
60,0%	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00%
50,0%	0,2	0,0	0,2	-0,05	-21,93%
40,0%	0,6	0,0	0,5	-0,14	-21,93%
30,0%	1,2	0,3	1,0	-0,20	-16,67%
20,0%	2,2	3,8	2,5	0,35	16,14%
10,0%	4,5	12,0	6,1	1,65	36,79%
5,0%	7,3	22,2	10,6	3,26	44,45%
2,5%	9,9	31,5	14,6	4,72	47,58%
1,0%	15,3	50,7	23,1	7,76	50,70%

Fonte: Hydros

A **Figura 1** mostra as curvas de permanência dos deflúvios diários para os cenários atual e com projeto.

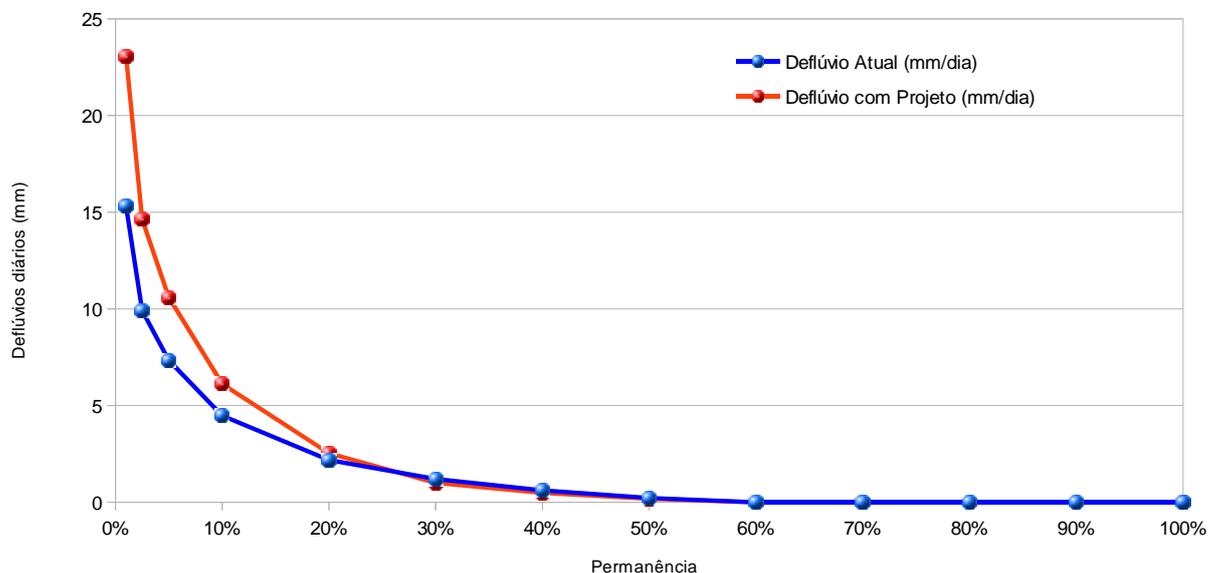


Figura 1 - Curvas de Permanência dos Deflúvios Diários do Cenário Atual e Com Projeto

Para as permanências entre 30% e 50%, o incremento do deflúvio diário mostra uma pequena redução (valores negativos) como consequência da redução da recarga do aquífero para o cenário com projeto.

O escoamento gerado a partir das áreas impermeabilizadas e solos compactados (área de ocupação efetiva), durante os eventos menos frequentes (chuvas mais intensas com permanências iguais ou inferiores a 20%), geram incrementos de deflúvios até 50% superiores ao correspondente na condição atual, como mostra a última coluna do **Quadro 1** já apresentado.

O impacto da impermeabilização no regime de cheias foi estimado com base na série de incrementos dos deflúvios da Vertente Oeste sobre a planície do rio Itariri, a qual, numa segunda etapa, foi transformada em incremento na cota de inundação dessas áreas alagáveis.

A avaliação envolveu uma série de considerações e hipóteses simplificadoras, para as quais foram adotadas sempre um perfil conservador. O procedimento de cálculo envolveu os itens comentados a seguir.

- Áreas alagáveis

A região apresenta relevo plano e de baixa altitude (inferior a 5 m), onde o rio forma meandros associados a áreas alagadas originadas por trechos de paleoleitos. Durante as cheias, o nível dos talwegues eleva-se e alaga as áreas mais deprimidas do leito maior do rio Itariri. O microrrelevo muitas vezes coberto de vegetação impede a determinação convencional de áreas alagadas através de levantamentos topográficos convencionais.

Adotou-se como estimativa da área alagada aquela incluída na poligonal envolvente de 40 metros de largura, tendo como eixo a rede hidrográfica. Essa poligonal foi limitada à porção afetada pela Vertente Oeste, como mostra a **Figura 2**, a qual possui uma área aproximada de 48,8 ha.

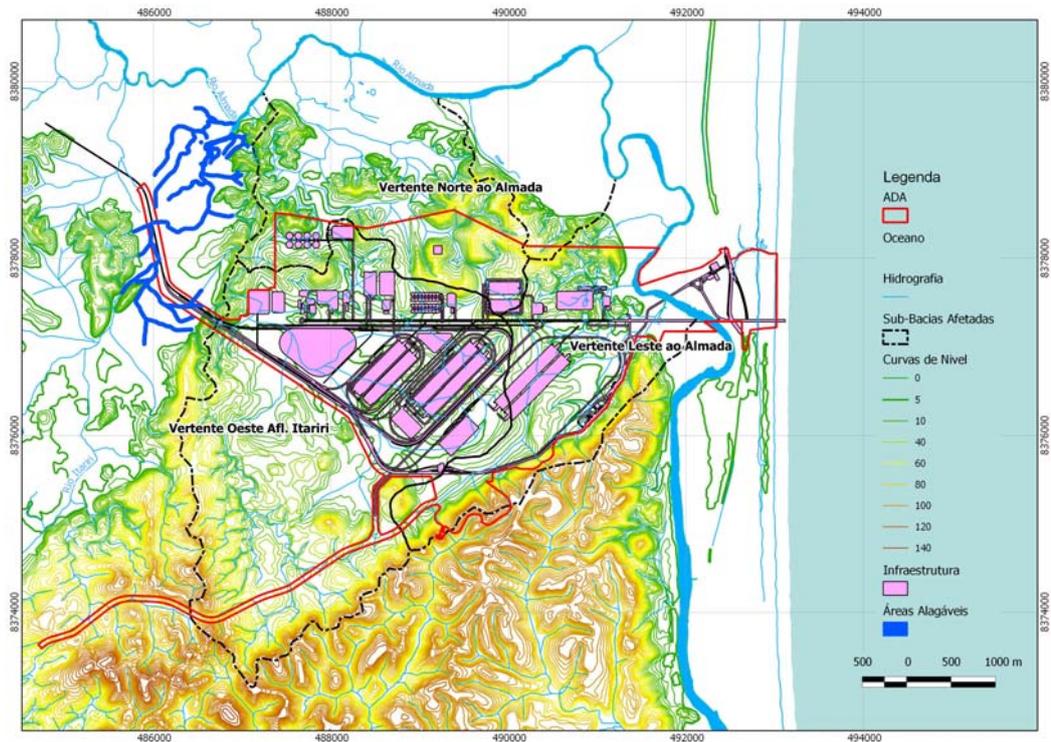


Figura 2 - Área Inundável Estimada na Planície do Rio Itariri, Afetada pelo Empreendimento

- Incremento da cota de alagamento

O incremento da cota de alagamento na planície afetada do rio Itariri foi estimado, transformando os incrementos dos deflúvios diários da curva de permanência em armazenamentos temporários sobre as áreas alagáveis, considerando vazões de saída nulas no período de análise, no caso igual a um dia.

A transformação dos incrementos de deflúvio em incrementos de cota de inundação foi estimada através do fator definido pelo quociente entre a área da sub-bacia da Vertente Oeste e as áreas alagáveis na planície afetada do rio Itariri, como indicado a seguir.

$$\Delta C_{alag} = \Delta Q_{PROJ} \frac{A_{VO}}{A_{ALAG}}$$

Onde ΔC_{alag} é o incremento da cota de alagamento; ΔQ_{PROJ} é o incremento do deflúvio da Vertente Oeste gerado pelo empreendimento; A_{VO} é a área total da Vertente Oeste; e A_{ALAG} é a área sujeita a alagamento na porção afetada da planície do rio Itariri.

Este procedimento de cálculo simplificado e conservador só fornece estimativas aceitáveis quando o valor esperado da variação da cota de alagamento, como neste caso, é muito reduzido e não se dispõe da relação cota – área – volume.

A transformação em questão foi aplicada aos incrementos de deflúvios diários constantes na curva de permanência, caracterizando a magnitude esperada da sobre-elevação da cota de alagamento e a respectiva frequência sazonal esperada.

O **Quadro 2** mostra as curvas de permanência (expressas em percentagem da extensão da série e do número de dias por ano no qual o valor é superado) do incremento de deflúvios originados pelo projeto e o incremento da cota de alagamento na planície do rio Itariri, no trecho afetado pelo empreendimento.

Quadro 2 - Curva de Permanência do Incremento do Deflúvio Originados pelo Projeto e o Incremento da Cota de Alagamento da Planície do Rio Itariri, Afluente do Rio Almada

Permanência	Nº de Dias ao Ano	Incremento do Deflúvio após Projeto (mm)	Incremento na Altura de Acumulação (mm)
100,0%	365	0,0	0,0
90,0%	328	0,0	0,0
80,0%	292	0,0	0,0
70,0%	255	0,0	0,0
60,0%	219	0,0	0,0
50,0%	182	0,0	-0,3
40,0%	146	-0,1	-0,9
30,0%	109	-0,2	-1,4
20,0%	73	0,4	2,4
10,0%	36	1,6	11,1
5,0%	18	3,3	22,0
2,5%	9	4,7	31,8
1,0%	3	7,8	52,3

Fonte: Hydros

O **Quadro 2** mostra que a sobre-elevação da cota do nível d'água nas áreas alagáveis à jusante da Vertente Oeste:

- será superior a 5 cm em no máximo 3 dias por ano (1% de permanência); e
- superior a 2 cm em pouco mais 18 dias por ano (5% permanência).

De forma geral, as sobre-elevações encontradas são muito reduzidas e de baixa permanência. Por exemplo, a alteração calculada para o incremento de cota de inundação é:

- Muito inferior à gerada pela variação interanual da precipitação (anos chuvosos e anos secos); e
- Comparável à resolução dos registros de séries em réguas limnimétricas, normalmente igual a 1 cm.

ANÁLISE DO IMPACTO NA COMPOSIÇÃO, DISTRIBUIÇÃO E FLUXOS MIGRATÓRIOS DA BIOTA

No interior da ADA, os pequenos cursos d'água que interceptam as áreas destinadas a pilhas de minérios, e áreas de estoque, estacionamentos terão seus cursos d'água alterados, incluindo canalização (revestida e não revestida), retificação e desvios parciais. O comprimento estimado de cursos afetados dentro das poligonais de terraplenagem somam 23,1 km que representam 24% dos cursos das sub-bacias diretamente afetadas.

Quadro 3 - Extensão Total da Rede Hidrográfica Atual e Trechos Afetados

Rede Hidrográfica	Comprimento (km)	Comprimento %
Total de cursos d'água nas bacias afetadas	96,8	100
Trechos afetados	23,1	24

Fonte: Hydros

Os impactos da afetação direta de cursos hídricos na ADA e o seu entorno foram devidamente abordados em 13 (treze) impactos apresentados no Estudo de Impacto Ambiental e relatório de impacto ambiental elaborado pela Hydros Engenharia (2011), sendo estes:

- a) **Impacto B.1 – Perda de cobertura vegetal:** Que considerou a supressão vegetal que ocorrerá no interior da área a ser ocupada pelo projeto, tendo sido caracterizado como de importância média, com mitigação mediante ações prévias de resgate de flora, e compensado mediante e implantação de programa de recuperação de nascentes, matas ciliares e manguezais no baixo curso do rio Almada, além de ações de fortalecimento da estrutura de gestão de ativos ambientais com foco na área de influência do empreendimento (EIA/RIMA do Porto Sul, Tomo III, Item 10/pg. 10-86, Hydros Engenharia, 2011);
- b) **Impacto B.4 – Mortandade da fauna fossorial e juvenis da avifauna:** Que considerou a perda de animais com hábitos fossoriais e juvenis de aves sem capacidade de vôo, sendo considerado de média importância, e mitigado mediante ação de resgate prévio de fauna, com a soltura de animais e aves resgatados em áreas previamente selecionadas e aprovadas, além do acompanhamento do impacto mediante programa de monitoramento específico (EIA/RIMA do Porto Sul, Tomo III, Item 10/pg. 10-89, Hydros Engenharia, 2011);
- c) **Impacto B.7 – Destruição de habitats da fauna terrestre:** Considerado como impacto de média importância, a ser compensado mediante a criação de uma área de proteção com qualidade do habitat superior à que existe na área que estará sujeita ao impacto EIA/RIMA do Porto Sul, Tomo III, Item 10/pg. 10-92, Hydros Engenharia, 2011);
- d) **Impacto B.8 – Interferências em áreas de preservação permanente:** Como as áreas de matas ciliares que acompanham os cursos hídricos e as restingas nas margens do rio Almada na ADA, considerado de alta importância e com indicação de compensação mediante o programa de recuperação de matas ciliares no baixo curso do rio Almada, acompanhado pela criação de uma área de proteção ambiental na área de influência do empreendimento EIA/RIMA do Porto Sul, Tomo III, Item 10/pg. 10-93, Hydros Engenharia, 2011);
- e) **Impacto B.9 – Interferências com o deslocamento da fauna:** Impacto associado ao funcionamento da ADA do empreendimento como barreira ao livre fluxo da fauna e considerado no contexto local como de baixa importância. Contudo, foi considerado como impacto a ser compensado com a criação de área de preservação e acompanhado mediante ações de monitoramento da fauna EIA/RIMA do Porto Sul, Tomo III, Item 10/pg. 10-94, Hydros Engenharia, 2011);

- f) **Impacto B.10 – Mortandade dos bentos continental:** Considerado como impacto de média importância e a ser acompanhado mediante programa de monitoramento específico EIA/RIMA do Porto Sul, Tomo III, Item 10/pg. 10-95, Hydros Engenharia, 2011);
- g) **Impacto B.11 – Afugentamento da fauna do entorno:** Considerado como impacto de média importância a ser acompanhado mediante ações de resgate e afugentamento prévio da fauna e programa de monitoramento da fauna, além de medidas de controle no uso de explosivos na pedreira (EIA/RIMA do Porto Sul, Tomo III, Item 10/pg. 10-96, Hydros Engenharia, 2011);
- h) **Impacto B.12 – Risco de alteração das condições de suporte da biota aquática:** Considerado como impacto de baixa importância em virtude de diversos sistemas de controle ambiental de efluentes e resíduos inseridos no próprio empreendimento. A ser controlado mediante ações de monitoramento da biota aquática, qualidade das águas e monitoramento de efluentes EIA/RIMA do Porto Sul, Tomo III, Item 10/pg. 10-97, Hydros Engenharia, 2011);
- i) **Impacto B.15 – Possível interferência com a produtividade primária de mananciais:** Considerado de importância baixa em virtude das ações de controle já inseridas no projeto e a ser acompanhado mediante programa de monitoramento da biota aquática EIA/RIMA do Porto Sul, Tomo III, Item 10/pg. 10-100, Hydros Engenharia, 2011);
- j) **Impacto B.18 – Perda de habitats da ictiofauna continental:** Considerado como de importância baixa em virtude da composição específica da ictiofauna atualmente residente na ADA, formada por espécies comuns e diversas exóticas, a ser acompanhado mediante programa de acompanhamento da ictiofauna EIA/RIMA do Porto Sul, Tomo III, Item 10/pg. 10-103, Hydros Engenharia, 2011);
- k) **Impacto B.19 – Interferências temporárias com a movimentação de espécies estuarinas da ictiofauna:** Considerado como impacto de baixa importância, uma vez que não está prevista a interceptação completa do curso do rio Almada pelas obras, e a ser acompanhado mediante programa de monitoramento da ictiofauna EIA/RIMA do Porto Sul, Tomo III, Item 10/pg. 10-104, Hydros Engenharia, 2011);
- l) **Impacto B.34 – Risco de alteração das condições de suporte da fauna terrestre:** Considerado como de importância média e mitigado mediante ações de controle voltadas para a minimização na geração de material particulado, a ser acompanhado mediante programa de monitoramento da fauna terrestre e programa de monitoramento da flora EIA/RIMA do Porto Sul, Tomo III, Item 10/pg. 10-119, Hydros Engenharia, 2011);
- m) **Impacto B.35 – Risco de contaminação da flora:** Considerado de importância baixa em virtude do uso de técnicas de controle do espalhamento de material particulado, a ser acompanhado mediante programa de monitoramento da flora EIA/RIMA do Porto Sul, Tomo III, Item 10/pg. 10-120, Hydros Engenharia, 2011).

Apesar do conjunto de impactos apresentados, o IBAMA solicita uma complementação quanto a que impactos podem ser esperados em virtude dos efeitos de compactação e impermeabilização de solos na ADA, com reflexos na hidrologia e hidrogeologia que foram

explanados em detalhe nas seções precedentes deste documento. Para explorar estes impactos será necessário estimar o que poderá ocorrer no rio Itariri e no rio Almada, em virtude do aumento do escoamento superficial, gerado pela impermeabilização de estururas e compactação dos solos na ADA. De posse das estimativas quantitativas feitas no item 5 acima é possível realizar estas estimativas.

POSSÍVEIS IMPACTOS DECORRENTES DO AUMENTO DO ESCOAMENTO NAS BACIAS RECEPTORAS DOS FLUXOS GERADOS NA ADA

As análises precedentes mostraram que a implantação do empreendimento, e a consequente impermeabilização e compactação dos solos nas áreas a serem efetivamente ocupadas pelas suas estruturas gerarão incremento do escoamento superficial em 4 sub-bacias contribuintes aos rios Itariri (afluente da margem direita do rio Almada) e o rio Almada.

Face às pequenas áreas ocupadas pelo empreendimento nas sub-bacias norte, leste e na sub-bacia costeira difusa, o incremento do escoamento superficial em virtude da implantação do projeto oriundo destas sub-bacias será muito pequeno, chegando ao rio Almada diretamente e de modo imperceptível. Ou seja, não serão percebidas diferenças de nível no rio Almada nos trechos situados imediatamente a jusante dos exutórios dessas sub-bacias.

O impacto será relativamente maior no rio Itariri, que receberá o influxo da sub-bacia oeste da ADA do empreendimento onde a área a ser impermeabilizada e compactada pelo projeto será maior (essa sub-bacia receberá cerca de 50% das estruturas do empreendimento). Contudo, como demonstrado acima com o uso de métodos conservativos, o incremento da vazão e aumento do nível da água no rio Itariri, receptor do exutório da sub-bacia da vertente oeste do empreendimento, será praticamente desprezível, sendo de no máximo 5 cm, com permanência máxima de 3 dias/ano.

Hipoteticamente, as alterações das vazões de mananciais poderiam vir a afetar a biota de várias formas, destacando-se:

- Deslocando espécies da flora com baixas tolerâncias à ambientes alagados nas áreas a serem inundadas em virtude do aumento do escoamento superficial e substituição destas espécies por outras que toleram ambientes alagados;
- Deslocamento de espécies típicas da flora de manguezais na direção da foz do rio, em decorrência do deslocamento da cunha salina associado ao aumento da vazão de águas doces, trazida pela impermeabilização de áreas do empreendimento;
- Aumento da largura de cursos hídricos inundados, dificultando a passagem da fauna terrestre que tem comportamento de realizar travessias hídricas de um lado ao outro do rio;
- Aumentando a velocidade das águas nos cursos hídricos que recebem o excesso de vazão e deslocando espécies aquáticas (peixes e invertebrados) que preferem ambientes de remanso ou águas paradas (ambientes lênticos) em detrimento de espécies aquáticas que preferem águas em movimento (ambientes lóticos);
- Modificando a área de penetração da cunha salina em estuários, e, por conseguinte, deslocando as áreas de residência de espécies aquáticas com baixa tolerância à

ambientes salinos e também espécies restritas a ambientes com águas salobras e salgadas (peixes e invertebrados);

- Aumentando o habitat de espécies de anfíbios que apresentam preferências por áreas úmidas ou alagáveis.

Cabe agora, frente aos dados da análise hidrológica, contemplar a hipótese de ocorrência de cada uma das possíveis alterações nos aspectos referentes à biota terrestre e aquática, face aos dados hidrológicos levantados e estimados.

REFLEXOS NA COMPOSIÇÃO DA VEGETAÇÃO PELA ALTERAÇÃO NA CONECTIVIDADE HÍDRICA

A primeira hipótese a ser verificada em relação à vegetação, é se o incremento do volume de água que resultará da impermeabilização e compactação do terreno na área do projeto poderá ou não ocasionar aumento significativo de áreas alagadas, resultando em modificações na composição da flora. A **Figura 2** apresentada acima indica a área passível de sofrer aumento de nível em decorrência da drenagem da área impermeabilizada pelo empreendimento, onde se mostra que esta área está confinada ao trecho do rio Itariri situado imediatamente à montante do rio Almada, e à jusante do ponto de drenagem da sub-bacia da vertente oeste do empreendimento. Trata-se de área alagada, como demonstrado na **Figura 3**, ocupada por vegetação típica de áreas alagáveis, dominada por macrófitas.



Figura 3 - Aspecto da Estação de Amostragem C04, Situada na Área Alagável do Rio Itariri, que Deverá Receber a Vazão da Sub-bacia da Vertente Oeste da Área do Projeto

O local de implantação do empreendimento ocorre na região central da ADA, onde existe uma rede hídrica constituída por cursos hídricos estreitos e distribuídos por toda a ADA, embora com poucas áreas alagáveis e com drenagem direcionada para as faces oeste, norte e leste. As fisionomias existentes são do tipo climáticas e independem do recurso hídrico subterrâneo. As áreas de mata ciliar possuem espécies semelhantes à fisionomia local, com raízes curtas e superficiais, cuja manutenção se faz pela serapilheira.

Em relação às sub-bacias das vertentes norte e leste o aumento de fluxo associado ao escoamento das áreas impermeabilizadas pelo empreendimento também será desprezível, face

à pequena área dessas sub-bacias em comparação com a área disponível do baixo curso do rio Almada. Desta forma, também não se espera nenhuma modificação no nível do rio e nem na penetração da cunha salina. Por conseguinte não se espera nenhum deslocamento das espécies de manguezal que habitam o trecho inferior do curso do rio Almada.

A face leste de escoamento hídrico ocorre diretamente no rio Almada e as fitofisionomias que ocupam este ambiente são as restingas, manguezais, áreas alagáveis, floresta ombrófila e cabruca. Como fisionomias relacionadas diretamente a esta composição hídrica, existem as restingas, os manguezais e as áreas alagadas. As áreas de floresta de tabuleiro e cabruca que aí ocorrem não dependem deste recurso para seu desenvolvimento.

As áreas alagáveis apresentam espécies típicas destes ambientes como aninga (*Montrichardia linifera*), ninféas (*Nymphaea* sp.), taboas (*Typha angustifolia*), salvinia (*Salvinia auriculata*), baronesa (*Eichornea crassipes*), feto do brejo (*Acrostichum aureum*), junco (*Eleocharis interstincta*) e orelha d'água (*Pistia stratiotes*). Em alguns locais, estas áreas apresentam inundações temporárias, que em períodos secos são utilizadas como pasto. O “brejo de ciperáceas”, descrito por Araujo e Henriques (1984), é uma formação observada nestas áreas, próximas às restingas com densidade, cobertura e composição variadas, e tem sido registrado por outros autores que descreveram a vegetação costeira brasileira, utilizando a mesma denominação e apresentando descrições semelhantes (MENEZES *et al*, 2009; MENEZES, 2011). Nestes ambientes, existe um forte componente antrópico, pela implantação de empreendimentos turísticos e povoados.

A face norte do empreendimento está situada na microbacia que escoar a água na direção dos afluentes do rio Almada localizados próximo ao povoado de Urucutuca. As fitofisionomias desta área são as florestas de tabuleiro, as áreas alagáveis e a cabruca. O escoamento hídrico tem seu impacto absorvido pelas restingas arbóreas e áreas alagadas, na área de influência direta que aí estão localizadas. Nestes ambientes, existe uma espécie de influência fluvio-marinha, a *Laguncularia racemosa*, o que evidencia uma pequena intrusão salina nesta região. A presença desta espécie foi verificada nas áreas amostrais situadas ao norte da ADA.

A face centro-oeste do empreendimento está situada na microbacia que escoar o fluxo hídrico para as áreas alagáveis de influência do rio Itariri, afluente do rio Almada, localizado na área de influência direta – AID. Nesta localidade, as áreas alagáveis possuem uma comunidade estabelecida, por isso são observados alguns cultivos alimentícios (como mandioca, arroz e feijão) e espécies frutíferas, como manga e jaca nos terraços enxutos. Dentro das áreas alagadiças são encontradas algumas espécies arbóreas adaptadas a estes ambientes, como a fruta de juriti (*Erythroxylum* sp.), a landirana (*Symphonia globulifera*), os ingás (*Inga thibaudiana* e *Inga nuda*), a embaúba (*Cecropia pachystachya*), além de algumas macrófitas como as aningas (*Montrichardia linifera* e *M. arborescens*), ciperáceas (*Eleocharis interstincta*, *Fuirena umbellata*) e poáceas (*Spartina alterniflora*). A vegetação ciliar nativa foi substituída por cultivos agrícolas diversos, como cacau, açaí e cupuaçu, sofrendo também corte seletivo de algumas espécies de potencial madeireiro, restando apenas indivíduos representativos do estágio inicial de regeneração, como ingá (*Inga* spp.) e embaúba (*Cecropia* spp.).

No caso da implantação do empreendimento, haverá aproximadamente 1,4% de supressão da vegetação ciliar e da interferência em corpos hídricos¹, na área diretamente afetada (ADA). Ou seja, as fitofisionomias diretamente afetadas pela supressão vegetal correspondem quase em sua totalidade à cabruca, áreas antropizadas – vegetação arbóreo-arbustiva e floresta

¹ Este percentual detalhado pode ser observado no item Meio Biótico – Flora Terrestre, na página 175, quadro 8.2.3.129.

ombrófila – mata de tabuleiro². Nas áreas a serem suprimidas e substituídas pelas estruturas do empreendimento, esta interferência pode causar um pequeno rebaixamento no lençol freático, o que não comprometeria a flora remanescente neste trecho, visto que a mesma depende exclusivamente da serapilheira e da umidade fornecida pelo regime pluviométrico e pela evapotranspiração da própria vegetação.

As áreas de influência direta localizadas à oeste e ao norte do empreendimento, se caracterizam pela presença de áreas alagáveis e restingas. Com a implantação do empreendimento, haverá uma transferência de água que seria infiltrada no terreno, mas que com as estruturas do empreendimento escoará superficialmente. Este fenômeno resultará em um incremento no fluxo superficial das águas escoadas para estes ambientes, que são áreas planas onde o fluxo extra de água será distribuído. Nestas áreas o influxo extra de água será amortecido pela topografia plana e pela vegetação aí presente. Após a impermeabilização da área do empreendimento, as áreas de escoamento tenderão a apresentar picos em momentos de aumento da precipitação, concentrados em curtos períodos de tempo, aumentando a vazão do rio Almada. Nesse caso, a vegetação de áreas alagáveis, as restingas e as matas ciliares serão responsáveis pela amortização do impacto e minimização deste fenômeno.

O estudo hidrológico demonstrou que nos casos das maiores precipitações registradas na região o aumento máximo de nível será da ordem de 5 cm, e este deverá ocorrer em, no máximo, 3 dias/ano. Dada a pequena magnitude do aumento do nível (máximo de 5 cm) e a sua baixa permanência (no máximo 3 dias/ano), não se espera que esta alteração venha a trazer quaisquer modificações no zoneamento da vegetação atualmente existente na área receptora da vazão adicional. Ainda considerando o possível impacto na composição da vegetação, o trecho a jusante do rio Almada não será afetado, já que o trecho do rio Itariri que receberá o fluxo adicional da sub-bacia da vertente oeste do projeto, sendo uma área alagável larga e de baixo gradiente topográfico, também funciona como área de amortecimento, espalhando o volume de água adicional e anulando quaisquer possibilidades de aumento no nível da água do rio Almada.

Portanto, no contexto da flora, as alterações ocasionadas pelo projeto no regime hídrico serão amortecidas nas áreas de topografia baixa situadas a oeste, norte e leste do empreendimento, que já apresentam vegetação adaptada às cheias do rio, constituída em sua maioria por áreas alagáveis, matas ciliares e vegetação de restinga. Apresenta ainda áreas de manguezais cuja ocorrência está associada à penetração de águas salinas. Deste modo, o impacto de aumento do influxo de águas trazido pelo empreendimento ocorrerá no contexto de uma vegetação que já está adaptada a este influxo, tendo, portanto, baixa relevância. Não se espera que a implantação do empreendimento e o impacto deste na vazão de águas superficiais e subterrâneas venham a trazer consequências para a composição e estrutura das comunidades vegetais situadas na Área de Influência Direta e Indireta do empreendimento, face ao contexto acima descrito.

REFLEXOS NA MOVIMENTAÇÃO DA FAUNA TERRESTRE PELA ALTERAÇÃO NA CONECTIVIDADE HÍDRICA

Outro aspecto hipotético levantado como possível impacto, a saber: a possibilidade de impedimento de travessia de mananciais pela fauna terrestre em virtude do alargamento dos cursos hídricos em decorrência do aumento da vazão oriunda da ADA do projeto.

² Idem.

Com exceção da fauna edáfica (micro, meso e macrofauna), que depende diretamente do solo, a maior parte dos grupos da macrofauna terrestre na Mata Atlântica depende diretamente da estrutura vegetacional e das áreas úmidas nesse Bioma (lagos, brejos e áreas alagáveis) as quais podem ser consideradas condicionantes para grupos delas dependentes, como algumas espécies de mamíferos, aves, anfíbios e as serpentes aquáticas que deles se alimentam. Como as áreas alagáveis, pela sua estrutura são, também, ambientes abertos, de baixada, algumas espécies de aves que não são especificamente água-dependentes fazem desse ambiente local preferencial de repasto, por visualizarem melhor suas presas.

As áreas de influência do empreendimento caracterizam-se pelo domínio da cabruca de cacau, com dossel ralo de espécies arbóreas de grande porte, mas que chegam a medir até 30 metros de altura em pontos onde há árvores nativas remanescentes da floresta. Nesse cenário a fauna apresenta-se diversificada, porém com poucas espécies de importância para a conservação, como era de se esperar em um ambiente alterado ao longo do tempo, principalmente, pela monocultura do cacau. Além disso, não há diferença significativa na composição de espécies entre as duas estações (chuvosa e seca), devido a pequena diferença das condições climáticas na região.

Espécies de mamíferos dependentes de ambientes florestados se distribuem de maneira semelhante tanto na cabruca quanto nos poucos e pequenos fragmentos de floresta ombrófila que ainda permanecem na área. Entre as espécies de mamíferos dependentes de recursos florestais para a alimentação (hábitos frugívoros, folívoros e nectarívoros), destacam-se a preguiça (*Bradypus* spp), o ouriço (Erethizontidae), o jupará (*Potos flavus*) e o saruê-bejú (*Calistomys pictus*). A presença de diversas espécies de morcegos frugívoros e nectarívoros indica a presença de ambientes estáveis em relação à disponibilidade de recursos alimentares para esses animais.

O dossel da cabruca é composto predominantemente por espécies vegetais introduzidas como jaqueira, cajá, fruta pão, jenipapo, eritrina, dendê, bananeira, jambo e seringueira. É essa estrutura que mantém microclimas e microhabitats que permitem a distribuição da fauna terrestre em guildas alimentares desde o solo até as copas das árvores. Como a própria cabruca nessa área também apresenta variações, como cabruca ativa, abandonada, com ou sem espécies exóticas, pode haver pequena variação na presença ou não de espécies da fauna dependentes de sub-bosque e de serapilheira.

A cabruca permite a manutenção de espécies de aves que utilizam o estrato mais alto da vegetação, especialmente as que se alimentam de frutas e sementes arbóreas, como as aves ramfastideas e icterídeas. Por outro lado, a ausência de sub-bosque limita a riqueza de espécies que vivem nesse estrato, como a maior parte das aves formicariídeas, mas sustenta parte considerável das espécies de anfíbios habitantes originais de remanescentes florestais de baixa antropização. Mas, uma cabruca abandonada e próxima a fragmentos de mata permite a regeneração de espécies vegetais que restabelecem o sub-bosque ao longo do tempo, e, nesse caso, espécies da fauna que dependem dessa ausência tendem a deslocar-se ou podem desaparecer.

Para a dessedentação da fauna terrestre e manutenção de espécies dependentes de áreas úmidas, a área da poligonal do empreendimento e seu entorno oferecem 4 microbacias onde se justapõem áreas úmidas (alagáveis). As áreas alagáveis contíguas às restingas à jusante do rio Almada são as mais antropizadas (povoado de Aritaguá) e as outras mantêm associações

com pastos e cabruças (formando áreas em mosaico). Apenas uma, está associada à restinga arbórea em estado médio de regeneração.

Entre a fauna terrestre identificada na região e dependente das áreas úmidas ou alagáveis estão pelo menos uma espécie de anfíbio, uma espécie de mamífero e 10 de aves: o sapo-pipa (Anfíbia, Pipidae: *Pipa carvalhoi*), a capivara (Mammalia, Rodentia, *Hydrochoerus hydrochaeris*), o pato-de-crista (Aves, Anatidae: *Sarkidiornis sylvicola*), o frango-d'água-azul, a saracura-três-potes, a Saracura-carijó e o frango-d'água-comum (Aves, Rallidae: *Porphyrio martinica*, *Aramides cajanea*, *Pardirallus maculatus*, *Gallinula galeata*), o sabiá-da-praia (Aves, Mimidae: *Mimus gilvus*), o marrequinho (Aves, Podicipedidae: *Tachybaptus dominicus*), o batuira-de-coleira (Aves, Charadriidae: *Charadrius collaris*), o Curutié (Aves, Furnariidae: *Certhiaxis cinnamomeus*), o japacanim (Aves, Donacobiidae: *Donacobius atricapilla*).

Além do sapo-pipa, algumas espécies de anfíbios estão restritos a ambientes aquáticos de baixa energia próximos às matas (p.ex., lagos, poças e córregos represados), mas com insolação direta refugiam-se durante o dia nos substratos disponíveis e entram em atividade ao anoitecer. Este é o caso de *Dendropsophus elegans*, *Hypsiboas albomarginatus*, *Dendropsophus haddadi*, *Dendropsophus decipiens*, *Dendropsophus branneri*, *Scinax cf. similis*, *Scinax x-signatus*, *Hypsiboas crepitans*, *Phyllomedusa nordestina* e *Dendropsophus minutus*. São espécies de hábitos noturnos, com desenvolvimento indireto (com fase larvar) e com girinos livres nos mesmo corpos d'água ocupados pelas formas adultas. Estas espécies são comuns ao Domínio da Floresta Atlântica e podem ser consideradas espécies generalistas e de densidade elevada onde ocorrem.

A capivara é o maior roedor herbívoro do mundo, tem uma ampla distribuição (desde a Colômbia e Venezuela até o norte da Argentina) que está restrita à proximidade de rios e lagos onde se alimenta da vegetação ribeirinha. Esse mamífero de grande porte utiliza a água para a sua reprodução e fuga de predadores, e, por isso, tem adaptações morfológicas para permanecer submersa por vários minutos. A caça pelos seres humanos é o fator determinante para o declínio das populações.

As aves dependentes das áreas alagáveis utilizam esse ambiente para alimentação e reprodução, ou mesmo refugio (na vegetação ribeirinha), principalmente, na época da muda das penas das asas. O pato-de-crista, por exemplo, alimenta-se de pequenas sementes, principalmente de plantas aquáticas, folhas, vermes, larvas de inseto e outros invertebrados. Os ralídeos (frangos-d'água) alimentam-se preferencialmente de material vegetal (folhas, sementes ou flores), mas também recorrem à proteínas de origem animal (invertebrados de hábito aquático), precisam da vegetação ribeirinha para esconder-se e colocar seus ovos ou mesmo descansar empoleirando-se em moitas de taboa (*Typha angustifolia*). O marrequinho (*Tachybaptus dominicus*) alimenta-se principalmente de peixes pequenos, alevinos, girinos e invertebrados de hábito aquático, mas também podem complementar sua dieta com algas e outras matérias vegetais, e precisa do corpo d'água livre de plantas aquáticas para depositar seus ovos em ninhos flutuantes. O batuira-de-coleira (*Charadrius collaris*) também alimenta-se de insetos, pequenos crustáceos e vermes marinhos, mas não constrói ninhos, deposita seus ovos diretamente na areia, por isso é comum encontrá-los em praias arenosas (restinga). O curutié (*Certhiaxis cinnamomeus*) alimenta-se de moluscos, além de insetos e suas larvas e outros artrópodes, constrói seu ninho (feito de gravetos) em pequenas moitas próximas à ambientes aquáticos. O japacanim (*Donacobius atricapilla*) é uma ave paludícola, ou seja, está sempre associada à ambientes aquáticos, onde se alimenta de insetos; vive em taboais,

brejos, lagos, córregos e juncos onde encontra alimentação, seus ovos são colocados em ninho tipo cesto, preso à vegetação de pouca altura, no brejo ou nas suas margens.

Todas as três microbacias drenam suas águas para o Rio Almada em diferentes locais, com direcionamentos específicos: leste, norte e centro-oeste. Nessas áreas as espécies com maior vagilidade se deslocam em função das necessidades de alimentação, dessedentação e reprodução e mantêm, no panorama atual, um ritmo já adaptado às características climáticas da região. O maior aporte de chuvas traz um alagamento favorável às espécies de anfíbios terrícolas com reprodução água-dependente, mas impede o trânsito de espécies pouco vageis, como os pequenos lagartos e serpentes (reptilia).

A face leste de escoamento hídrico forma duas extensas áreas alagáveis na margem direita do rio Almada, passando por zonas de cabruca, restinga e áreas antropizadas. Nessa região ocorrem espécies de aves comuns em restinga e em áreas abertas, pela sua proximidade com o ambiente marinho, como as aves de rapina *Rupornis magnirostris* (gavião-carijó), *Milvago chimachima* (carrapateiro), *Cathartes aura* (urubu-de-cabeça-vermelha), *Coragyps atratus* (urubu-de-cabeça-preta), *Caracara plancus* (carcará), que se aproveitam de maior amplitude e visibilidade para o seu forrageio. Além disso, embora não tenha sido observado em trabalho de campo (com exceção do tesourão – *Fregata magnificens*), há o registro fotográfico documentado (disponível em www.wikiaves.com.br) de oito espécies diretamente dependentes do ambiente marinho para a cidade de Ilhéus: *Charadrius semipalmatus* (batuíra-de-bando), *C. wilsonia* batuíra-bicuda, *Pluvialis squatarola* (batuiraçu-de-axila-preta), *Actitis macularius* (maçarico-pintado), *Arenaria interpres* (vira-pedras), *Fregata magnificens* (tesourão) e *Sula dactylatra* (atobá-grande). São, portanto, espécies que podem utilizar essa área, mesmo esporadicamente.

A face norte traz a contribuição da microbacia que drena a água dos afluentes do rio Almada, passando por cabruças, floresta em estágio inicial de regeneração, que retardam o fluxo hídrico e forma uma pequena área alagável próxima ao povoado de Urucutuca, antes de desaguar no rio Almada. Nessa face predominam as espécies de fauna terrestre de guildas de onivoria e de borda, características de ambientes em estágios iniciais de sucessão, de matas pequenas demais, degradadas ou que sofrem intensa ação predatória. Nesse contexto estão novamente as aves de rapina referidas acima, além dos mamíferos de médio e grande porte, como o *Cerdocyon thous* (raposa), *Didelphis albiventris* (sariguê), *Dasybus novemcinctus* (tatú), os saguis *Callithrix jacchus*, os morcegos *Phyllostomus hastatus*, *P. discolor*, *Carollia perspicillata*, os ratos-do-mato *Akodon cursor*, *Cerradomys vivoi*, as aves *Cacicus cela* (xexéu), *Cacicus haemorrhous* (guaxe), *Gnorimopsar chopi* (pássaro-preto), *Icterus cayanensis* (pega), *Icterus jamaicaii* (corrupião), *Saltator maximus* (tempera-viola), *Megarhynchis pitangua* (bem-te-vi-de-bico-chato), *Pitangus sulphuratus* (bem-te-vi), *Piaya cayana* (alma-de-gato), anfíbios de hábitos noturnos como (*Hypsiboas atlanticus*, *H.semilineatus*, *H.faber*, *H.pombali*, *Trachycephalus mesophaeus*, *Scinax eurydice* e *Phyllomedusa burmeisteri*) ou o lagarto *Tropidurus hispidus*.

A face centro-oeste traz a contribuição da microbacia que drena a água do Rio Itariri afluente da margem direita do rio Almada e forma uma extensa área alagável que bordeja cabruças e áreas antropizadas com agricultura de subsistência, incluindo uma comunidade (Valão - AID). As áreas de borda com a cabruca ativa permitem a ocorrência de espécies de mata conservada com guildas alimentares específicas, como as aves insetívoras e frugívoras *Picumnus pygmaeus* (pica-pau-anão-pintado), *Sittasomus griseicapillus* (arapaçu-pintado) e *Glyphorhynchus spirurus* (arapaçu-de-bico-de-cunha), os morcegos insetívoros e frugívoros

Rhogeessa hussoni, *Eptesicus brasiliensis*, *Trachops cirrhosus* (carnívoro), *Artibeus cinereus*, *A. fimbriatus*, *A. planirostris*, *Rhinophylla pumilio*, *Vampyressa pusilla*, os roedores *Callistomys pictus* (rato-do-cacau) e *Chaetomys subspinosus* (ouriço preto), os marsupiais *Marmosops incanus*, *Marmosa murina*, *Gracilinanus microtarsus*, mas aquelas com cabruca abandonada (próximas à ADA) mantêm espécies de fauna terrestre de guildas de onivoria e de borda, características de ambientes em estágios iniciais de sucessão, de matas pequenas demais, degradadas ou que sofrem intensa ação predatória, semelhantes aos exemplos indicados na face norte.

No caso da implantação do empreendimento, haverá de supressão da vegetação ciliar, com interferência direta na rede hídrica da ADA e indireta na AID. Essa supressão corresponderá quase que exclusivamente à cabruca e afetará, principalmente, a conectividade hídrica das microbacias oeste. Direta ou indiretamente, essa interferência poderá causar pequeno rebaixamento no lençol freático, porém sem comprometer nem a vegetação remanescente nem a fauna terrestre. Porém, após a impermeabilização da área do empreendimento pelas edificações e estruturas viárias, a drenagem das águas pluviais deverá ocorrer superficialmente, resultando em maior aporte de água para as áreas de baixada onde estão localizadas as áreas úmidas referidas acima. Nesse contexto, e considerando o regime quase constante de chuvas na região, as áreas alagáveis receberão periodicamente esse aporte, porém, serão responsáveis (junto com as matas ciliares) pela amortização do impacto em relação ao possível aumento de vazão do rio Almada.

Como as alterações da flora não serão significativas, a única alteração da fauna em decorrência desse panorama futuro de conectividade hídrica (com o empreendimento implantado) será o alargamento das áreas alagáveis em função do aumento periódico do aporte hídrico. Esse alargamento pode ser favorável às espécies de anfíbios terrícolas com reprodução água-dependente, mas impeditivo para o trânsito de espécies pouco vageis, como os pequenos lagartos e serpentes (reptilia). Porém essa é uma dinâmica já existente, cuja intensidade do impacto não deve ser alterado de modo significativo. Contudo, quando analisada sob a óptica da magnitude do impacto, que consiste em aumento máximo de nível de 5 cm durante 3 dias/ano no rio Itariri, e sem variações de nível no rio Almada nas saídas dos exutórios das microbacias norte e leste, a possibilidade de que estes tenham relevância para a fauna terrestre é diminuta. São, portanto, alterações insignificantes, que não devem ocasionar alterações nem na composição, nem no comportamento da fauna.

REFLEXOS NA MOVIMENTAÇÃO DA BIOTA AQUÁTICA PELA ALTERAÇÃO NA CONECTIVIDADE HÍDRICA

A mensuração do grau de funcionalidade da conectividade ainda é uma tarefa difícil, visto que não é influenciada apenas pela distância entre os habitats, mas também por características das conexões, como a resistência da paisagem sobre a movimentação dos organismos (TAYLOR *et al.*, 2006). Os ambientes aquáticos estão sujeitos a fragmentações naturais e antrópicas, permanentes ou temporárias (FAGAN, 2002). A exemplo disto pode-se citar áreas que são ligadas temporariamente por inundações, desconectando-se nas épocas de seca, ou o barramento de um corpo d'água para realização de uma obra, sendo em seguida reestabelecida a conectividade, e ainda as permanentes, como uma queda d'água muito elevada que impossibilita a subida de peixes, ou o barramento permanente de um rio para implantação de uma hidrelétrica.

Entre os peixes, apesar de haver espécies associadas a habitats específicos, onde são capazes de completar todo seu ciclo de vida (FERNANDES, 1997), existem espécies que migram entre diferentes habitats durante seu ciclo de vida, o que pode estar associado à questões reprodutivas, alimentares e ou fisiológicas. Neste sentido, a conectividade consiste num fator fundamental para o estabelecimento das espécies migratórias. Nos ambientes aquáticos costeiros, essa conectividade vai além de questões associadas ao deslocamento das espécies dentro do sistema dulciaquícola, visto que há uma conexão entre este e o ambiente marinho.

Neste contexto, foi realizado um estudo da dinâmica hídrica na localidade de Aritaguá, o qual serviu como base para avaliar a conectividade entre os diferentes ambientes aquáticos na região, com o objetivo de identificar as possíveis interferências na composição e estrutura da comunidade ictiofaunística local.

A princípio foram realizadas algumas análises com base nos resultados obtidos por meio do diagnóstico apresentado no EIA-RIMA (Hydros, 2011). Num primeiro momento, buscou-se identificar o panorama atual da comunidade de peixes, o que envolve a estrutura e o deslocamento das espécies que compõem esta comunidade antes de qualquer intervenção associada ao empreendimento.

Desta forma, foi realizada uma análise de agrupamento que tem como objetivo gerar um mapa bidimensional que melhor reflita a matriz de distâncias calculadas entre os pontos amostrais. A matriz de distâncias considera a ocorrência de todas as espécies para calcular a similaridade entre as amostras. O agrupamento visou identificar semelhanças com relação à estrutura da comunidade de peixes em áreas representadas por ambientes diferentes. O resultado foi apresentado na **Figura 2** por meio do diagrama de ordenação do escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS). Em seguida foi realizada uma análise de similaridade ANOSIM, para testar a influência da diferença entre os ambientes na composição da ictiofauna, hipótese confirmada por meio desta análise ($p=0,024$). Em seguida foi realizada uma análise de Cluster para identificar o agrupamento das estações amostrais em função desta similaridade, estando a mesma apresentada na **Figura 4**.

A grosso modo verificou-se uma primeira diferenciação que indica duas áreas distintas: (1)-corpos d'água compostos pelos rios de menor porte, riachos, e lagoas localizados no sítio de Aritaguá, representada pelas estações C2, C3, C4, C5 e C6 e uma área (2) composta pela calha principal do rio Almada e estuário representado pelas estações AL1, AL2, AL3 e C7.

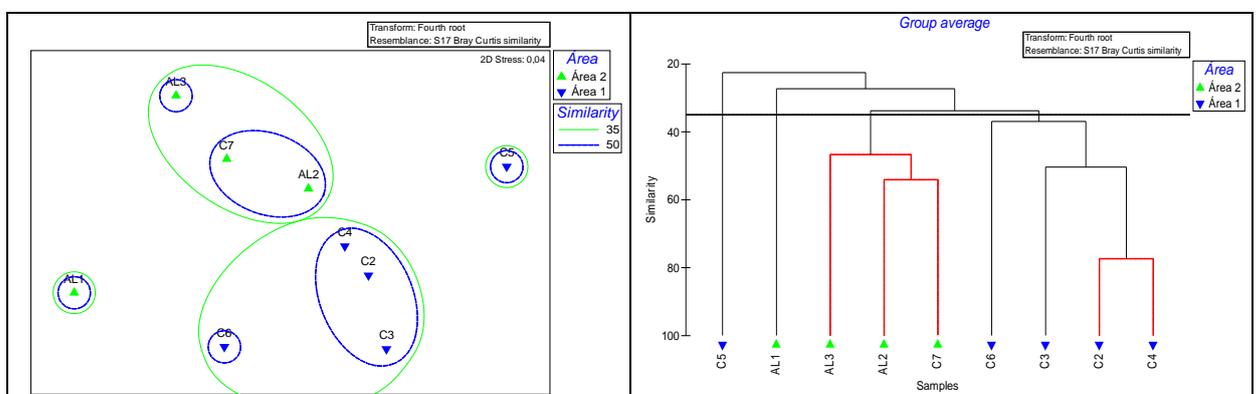


Figura 4 - Análise de Escalonamento Multidimensional não Métrico e Cluster entre as Estações de Amostragem Avaliadas no EIA/RIMA (Hydros, 2011), Considerando a Composição das Espécies da Ictiofauna

Na primeira área foi verificado predomínio de espécies dulciaquícolas, além da semelhança entre a composição das espécies de quatro das cinco estações amostradas. A única estação que não apresentou composição de espécies semelhante às demais (C5), possui características que a diferencia das outras quatro, pois se trata de um riacho de menor porte, além de apresentar o menor grau de conectividade estrutural (maior distância) com o rio Almada. Nesta estação, não foram amostradas espécies exóticas, o que ocorreu nas outras quatro, assim como nas estações localizadas no rio Almada e no estuário (C7).

Ainda com relação à área (1), foi observada uma relação positiva entre o maior grau de conectividade estrutural (menor distância) com relação à calha principal do rio Almada e a presença de espécies marinhas. Nas estações C3 e C6, as quais apresentaram maior grau de conectividade (mais próximas) com o rio Almada, foi observada maior proporção de espécies marinhas registradas (2) e (3), respectivamente, as quais incluem as únicas quatro espécies marinhas registradas nesta área, sendo que além destas estações, apenas a C4 teve registro de ocorrência deste tipo, porém de apenas um único indivíduo de *Eleotris pisonis*.

Considerando que nenhuma das espécies marinhas (*Centropomus parallelus*, *Coryphopterus glaucofraenum*, *Dormitator maculatus* e *Eleotris pisonis*) registradas nas estações localizadas na área (1) apresenta comportamento migratório reprodutivo anádromo, além de serem comuns em ambientes de água doce ou de baixa salinidade, sugere que esta área não seja utilizada por espécies marinhas de forma obrigatória. Por outro lado, não significa que não seja uma área importante para a comunidade ictiofaunística, visto que determinadas espécies dulciaquícolas foram registradas apenas nesta área, apesar de muitas delas também terem sido amostradas na área (2). Deve-se considerar ainda a presença de riachos de cabeceira localizados nos topos de morro presentes na área (1) do sítio de Aritaguá, visto que este tipo de ambiente abriga uma fauna específica e pouco estudada até o momento.

Com relação às espécies dulciaquícolas registradas no estudo, não foi identificada nenhuma que apresenta comportamento migratório reprodutivo, a não ser por *Astyanax bimaculatus* e *Geophagus brasiliensis*, classificadas como protádromas, que migram entre diferentes ambientes de água doce, diferenciados em áreas de alimentação e áreas de reprodução.

Na área (2) houve predomínio de espécies marinhas, principalmente na estação C7, a qual se trata de um ambiente estuarino, cuja porção do corpo d'água interior que se conecta com o mar, não se conecta superficialmente com rios de grande porte como o Almada, seguindo praticamente paralelo em relação à linha da costa, apresentando, portanto, uma composição de espécies altamente influenciada pelo ambiente marinho. Além das 18 espécies marinhas registradas nesta estação, foram amostradas 10 espécies dulciaquícolas, das quais duas são exóticas, *Clarias gariepinus* e *Oreochromis niloticus*. Nas estações localizadas no rio Almada, houve predomínio de espécies marinhas em AL1 e AL3, mais próximas do estuário do Almada. Na estação AL2, localizada num trecho superior deste rio, houve predomínio de espécies dulciaquícolas, apesar da semelhança da composição com relação à AL3.

Entre as quatro estações que representam a área (2), apenas a AL1 diferiu das demais com relação à composição das espécies, contudo, esta diferença pode estar associada ao fato de não terem sido amostradas espécies comuns às outras estações, mas que por meio de relatos dos pescadores locais, estão presentes na mesma. Considerando que a diferença entre a composição das espécies entre a estação AL1 e as demais localizadas na área (2) esteve associada ao não registro de espécies comuns às mesmas, o padrão observado sugere que o rio

Almada e o estuário C7 apresentam um elevado grau de conectividade entre o ambiente marinho e os corpos d'água interiores.

Considerando a composição das espécies observada para a área (2) foram identificadas apenas quatro espécies que apresentam hábitos migratórios reprodutivos, *Microphis brachyurus* e *Cetengraulis edentulus*, classificadas como espécie anádromas, que migram do ambiente marinho para os de água doce ou de baixa salinidade para se reproduzir; e *Mugil curema* e *Mugil liza*, que apesar de serem espécies marinhas, são comumente encontradas em estuários e ambientes de água doce, porém apresentam comportamento migratório preferencialmente catádromo, indo para o mar nas épocas de reprodução. As demais espécies foram classificadas como anfídromas, migrando entre ambiente marinho e de água doce por questões fisiológicas, que envolvem alimentação, desenvolvimento até certo estágio de vida, o mesmo por questões relacionadas com a salinidade.

Para as espécies marinhas registradas durante o estudo, algumas foram classificadas como oceanódromas, a exemplo de *Caranx crisis*, *Caranx hippos* e *Trachinotus carolinus*, as quais migram para áreas oceânicas mais afastadas da costa para reproduzir.

Na **Figura 5** foi apresentado um mapa da ocorrência de espécies dulciaquícolas e marinhas registradas durante a amostragem realizada na área. No total, foram amostradas 19 espécies dulciaquícolas e 29 marinhas. Nas estações AL1, AL2, AL3 e C7 as proporções entre espécies dulciaquícolas e marinhas foram respectivamente (4/7), (12/10), (5/16) e (10/18), enquanto nas estações C2, C3, C4, C5 e C6 as proporções foram (8/0), (7/2), (11/1), (7/0) e (5/3).

Os dados indicam que os cursos hídricos que serão afetados pelas ações do empreendimento são ambientes preferidos por espécies de águas doces, onde ocorre uma penetração limitada de espécies marinhas, nos pontos das sub-bacias que drenam a área do empreendimento e são mais próximos do rio Almada. A movimentação das espécies marinhas com capacidade de se deslocarem entre ambientes de água marinha, salobra e doce será pouco afetada. Por outro lado, haverá redução do habitat de espécies dulciaquícolas na ADA, conforme identificado no impacto B.18 do EIA/RIMA (Hydros, 2011).

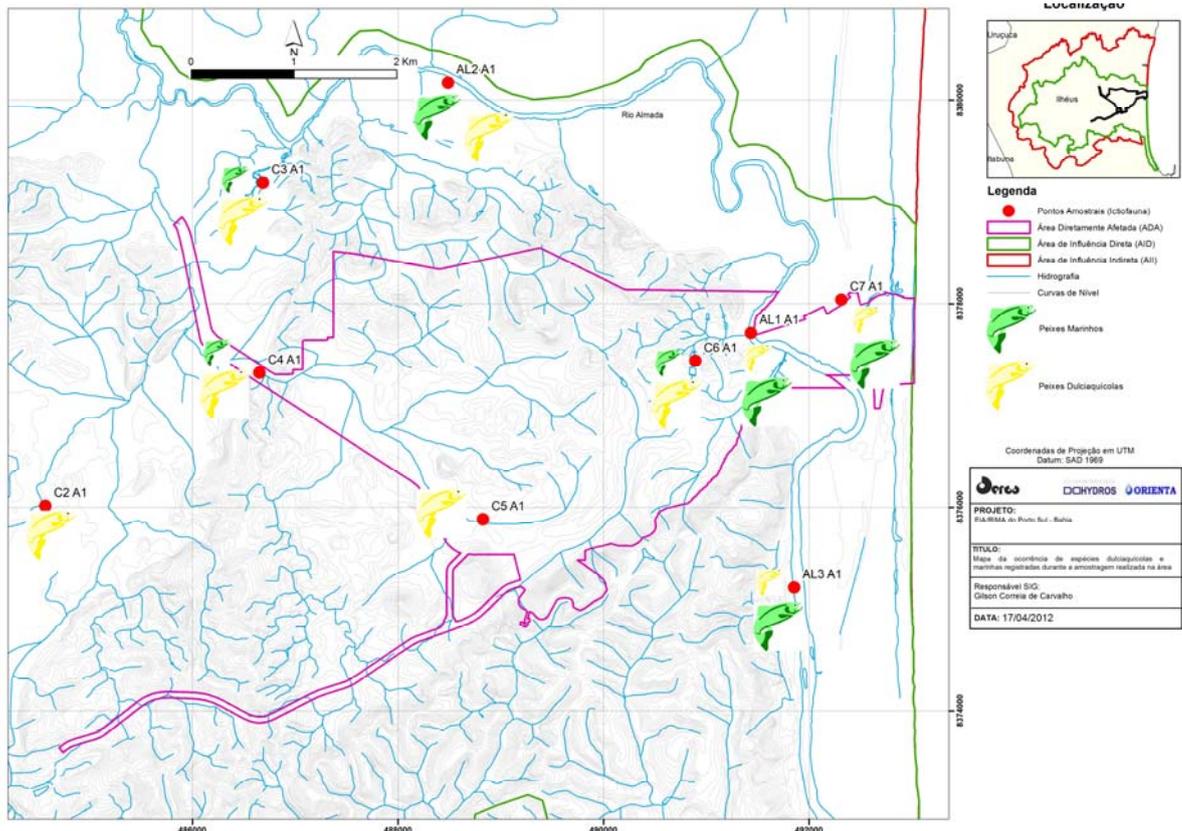


Figura 5 - Distribuição de Espécies de Águas Doces (Peixes Amarelos) e de Marinhas (Peixes Verdes) entre as Estações de Amostragem do EIA/RIMA

Fonte: (Hydros, 2011).

Em relação ao aspecto da hipótese de mudanças na distribuição da ictiofauna nos trechos à jusante da ADA em virtude de alterações no fluxo hídrico, também neste caso a possível alteração mostra-se desprezível. Este impacto será naturalmente impedido pela conformação topográfica do trecho do rio Itariri que receberá a contribuição da sub-bacia da vertente oeste do empreendimento, já que se trata de uma área plana, onde a incidência de fluxos hídricos será rapidamente amortecida pelo espalhamento lateral do fluxo. Ou seja, o trecho da bacia do rio Itariri que receberá o incremento de vazão da sub-bacia da vertente oeste do empreendimento é uma zona de amortecimento natural, onde o fluxo hídrico será rapidamente atenuado. Ainda assim, a magnitude do aumento no nível das águas – máximo de 5 cm durante 3 dias por ano, mostra-se pouco relevante. Por esta razão, e considerando a magnitude da variação do nível da água e do fluxo hídrico trazido pela área impermeabilizada e compactada do empreendimento, não se esperam alterações no comportamento das espécies marinhas que já visitam a área.

Em virtude da pequena magnitude do incremento de nível nas águas do rio Itariri à jusante do empreendimento, também não se espera o desaparecimento de nenhuma espécie aquática adaptada à vida em ambientes lênticos (águas paradas) e a sua substituição por espécies que preferem ambientes lóticos (águas correntes). Se isto não ocorrerá no rio Itariri, o mesmo tampouco se dará no rio Almada, receptor direto dos fluxos das sub-bacias norte e leste do empreendimento, dado o volume desprezível de água a ser acrescido nesses trechos da bacia.

Outra hipótese aventada e analisada aqui é um aumento de vazão capaz de contrabalançar a penetração da cunha salina no estuário do rio Almada e deslocando as espécies aquáticas com hábitos dulcícolas, que seriam deslocadas na direção da foz do rio (nesta hipótese), bem como as espécies aquáticas com hábitos estuarinos e marinhos, que nesta hipótese também poderiam vir a ser deslocadas na direção da foz do rio. Já foi visto que os incrementos de vazão a serem propiciados pela impermeabilização e compactação do projeto nas sub-bacias norte e leste (as quais drenam diretamente para o rio Almada) são muito reduzidas frente a capacidade de amortecimento do rio Almada. Por outro lado, a contribuição hídrica adicional que escoará pela sub-bacia da vertente oeste será maior, porém terá pequeno impacto no nível do rio Itariri, e ainda, dada a conformação topográfica desta área, o fluxo será controlado em uma região alagável larga que amortecerá de imediato a velocidade das águas. Neste contexto, a possibilidade de deslocamento da penetração da cunha salina ao longo do estuário do rio Almada também será desprezível.

Ressalta-se que em situações episódicas de grandes cheias do rio o volume de água doce proveniente do trecho de montante da bacia do rio Almada pode ocasionar o deslocamento da cunha salina em situação de maré enchente, e, por conseguinte, alterações temporárias na distribuição da biota aquática que apresenta restrições à ambientes dulcícolas e também a ambientes salinos ou salobros. Porém, este é um efeito natural que nada tem a ver com a implantação e operação do Porto Sul na região.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A preocupação em relação aos impactos de aumento de vazão em decorrência da impermeabilização e compactação de áreas é válida e deve ser analisada. Contudo, a sua amplitude e relevância estão relacionadas com o contexto específico do local de implantação do empreendimento (tamanho da área a ser impermeabilizada e/ou compactada, perfil geológico, pedológico e geomorfológico da área, características da bacia hidrográfica, regime climático, dentre outros fatores).

Os impactos da transferência do fluxo subterrâneo para fluxo superficial com aumento da velocidade de escoamento das águas, consequência da impermeabilização e compactação de áreas poderia vir a ser relevante em um contexto onde:

- A área impermeabilizada/compactada ocupasse um percentual elevado da área da bacia hidrográfica objeto da implantação do projeto, e a transferência da vazão subterrânea para vazão superficial instantânea fosse alta face ao regime de vazão existente na bacia hidrográfica receptora do fluxo;
- O regime de precipitação fosse irregular, mal distribuído e sujeito a picos episódicos de aumentos de vazão, o que poderia representar aumentos representativos de fluxo hídrico nos picos de precipitação, caso em que o efeito de impermeabilização/compactação de áreas levasse a aumentos dos picos de cheia em níveis perigosos e danosos à biota e ao ser humano;
- A vazão da bacia hidrográfica receptora do excesso de vazão resultante do processo de impermeabilização/compactação dos terrenos fosse intermitente, irregular ou baixa, o que não ocorre na área em estudo, em virtude da distribuição regular das chuvas.

No contexto do empreendimento sob análise, nenhuma dessas condições se realiza. A área impermeabilizada/compactada do empreendimento é muito pequena face ao tamanho da bacia hidrográfica, e mesmo das sub-bacias que compõem o baixo curso do rio Almada. O regime de precipitação é regular e bem distribuído ao longo do ano, pelo menos na zona do litoral, onde está situado o projeto, e apresenta poucos dias de picos de precipitação. A vazão do rio Almada no trecho sob análise é constante e relevante, dados os altos índices de precipitação existentes na região.

Portanto, em virtude das características locais, a implantação do Porto Sul não trará um impacto relevante na hidrologia superficial e/ou subterrânea, e em consequência não se espera a ocorrência de impactos sobre a biota terrestre e/ou aquática, que terá a sua capacidade de movimentação e composição preservada no baixo curso do rio Almada, em relação à sua situação atual.

PARTE II - TEXTO REVISADO/ESTUDOS COMPLEMENTARES

**TOMO XIV - APENDICE 13 - ESTUDO DE CONECTIVIDADE
HÍDRICA**

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	METODOLOGIA.....	2
3.	CONTEXTO REGIONAL.....	3
3.1	ASPECTOS DO MEIO FÍSICO.....	3
3.1.1	<u>Ambiente de Ponta da Tulha - Margem Esquerda do Rio Almada/Planície Costeira Típica.....</u>	4
3.1.2	<u>Ambiente de Aritaguá - Tabuleiros Pré-litorâneos.....</u>	6
3.2	ASPECTOS DO MEIO BIÓTICO.....	8
3.2.1	<u>Margem Esquerda do Rio Almada - Sítio da Ponta da Tulha</u>	8
3.2.2	<u>Margem Direita do Rio Almada - Sítio de Aritaguá</u>	10
3.2.3	<u>Comparação da Fauna de Interesse para a Conservação entre os Sítios da Margem Esquerda (Ponta da Tulha) e Direita (Aritaguá) do Rio Almada.....</u>	13
3.2.4	<u>Análise da Vegetação em Relação ao seu Grau de Dependência em Relação aos Recursos Hídricos.....</u>	14
3.2.5	<u>Síntese da Comparação entre os Sítios de Ponta da Tulha e Aritaguá em Termos da Complexidade Ambiental e Hídrica</u>	17
4.	CONECTIVIDADE HIDRICA NO SITIO DE ARITAGUA.....	18
4.1	SUB-BACIAS AFETADAS PELO PROJETO	18
4.1.1	<u>Aspectos Fisiográficos.....</u>	18
4.1.2	<u>Aspectos Hidrológicos.....</u>	21
4.1.3	<u>Hidrogeologia</u>	24
4.1.4	<u>Morfologia e Relevô.....</u>	26
4.1.5	<u>Síntese da Conectividade Hídrica.....</u>	27
5.	INTERFERÊNCIAS DO PROJETO HIDROLOGIA E HIDROGEOLOGIA	29
5.1	INTERFERÊNCIAS DO PROJETO NAS VAZÕES MÉDIAS DO RIO ALMADA.....	29
5.1.1	<u>Metodologia.....</u>	30
5.1.2	<u>Condição de Escoamento Atual.....</u>	31
5.1.3	<u>Condição de Escoamento com o Projeto</u>	33
5.1.4	<u>Sub-Bacias Diretamente Afetadas</u>	37
5.1.5	<u>Sub-Bacias Indiretamente Afetadas.....</u>	39
5.1.6	<u>Interferências do Projeto com as Vazões de Cheias.....</u>	40
5.2	INTERFERÊNCIAS DO PROJETO NA HIDROGEOLOGIA.....	44
6.	AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS NA BIOTA	47
6.1	CONTEXTO INICIAL.....	47

6.2	POSSÍVEIS IMPACTOS DECORRENTES DO AUMENTO DO ESCOAMENTO NAS BACIAS RECEPTORAS DOS FLUXOS GERADOS NA ADA.....	49
6.2.1	<u>Reflexos na Composição da Vegetação pela Alteração na Conectividade Hídrica....</u>	50
6.2.2	<u>Reflexos na Movimentação da Fauna Terrestre pela Alteração na Conectividade Hídrica</u>	53
6.2.3	<u>Reflexos na Movimentação da Biota Aquática pela Alteração na Conectividade Hídrica</u>	56
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	62
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 - Situação das ADAs de Ponta da Tulha e Aritaguá em Relação à Planície Costeira e Localização do Perfil Topográfico.....	4
Figura 3.2 - Comparação do Perfil Topográfico entre os Sítios Propostos para a Implantação do Porto Sul na Localidade da Ponta da Tulha e de Aritaguá, com Base na Linha A-B Apresentada na Figura 3.1	4
Figura 3.3 - Perfil Geológico Geotécnico no Trecho da Planície Costeira Transversal à Linha de Costa, Evidenciando Pacotes Arenosos e N.A muito Próximo à Superfície	5
Figura 3.4 - Perfil Geotécnico na Região de Aritaguá Ilustrando a Composição Litológica e o Comportamento do Lençol Freático, cuja Direção de Fluxo Acompanha a Topografia.....	7
Figura 3.5 - Cobertura Vegetal na Margem Esquerda do Rio Almada, na Região onde foi Inicialmente Proposta a Implantação do Porto Sul.....	10
Figura 3.6 - Fluxo Lógico da Análise da Sensibilidade do Sítio da Ponta da Tulha, Margem Esquerda do Rio Almada, à Implantação do Empreendimento.....	10
Figura 3.7 - Cobertura Vegetal na Margem Direita do Rio Almada, Mostrando a Área Indicada para a Implantação do Porto Sul na Localidade Próxima a Aritaguá.....	12
Figura 3.8 - Fluxo Lógico da Análise da Sensibilidade do Sítio de Aritaguá, na Margem Direita do rio Almada, em Relação à Implantação do Empreendimento	13
Figura 3.9 - Comparação de Registros de Espécies Ameaçadas Segundo o IBAMA e a IUCN e Espécies Endêmicas Segundo os Dados dos Estudos da Biodinâmica na Ponta da Tulha (BIODINÂMICA, 2009) e Hydros Engenharia em Aritaguá (HYDROS, 2011).....	14
Figura 4.1 - Apresentação da Área Diretamente Afetada (ADA) do Empreendimento, Justaposta sobre as Três Sub-bacias Contribuintes ao Rio Almada.....	18
Figura 4.2 - Ponto de Saída da Drenagem da Sub-bacia da Vertente Oeste na ADA do Empreendimento, Mostrando a Passagem da Drenagem entre Elevações Topográficas.....	20
Figura 4.3 - Confluência do Rio Itariri com o Rio Almada em Urucutuca, Ilhéus.....	21
Figura 4.4 - Esquema Conceitual do Ciclo Hidrológico na Área Difusa Costeira	22
Figura 4.5 - Perfil Aproximado do Curso Principal da Sub-bacia da Vertente Leste.....	23
Figura 4.6 - Mapa de Conectividade Hídrica Mostrando os tipos de Solos, os Recursos Hídricos, os Pontos de Entrada e os Exutórios das Sub-bacias que Ocorrem na ADA do Empreendimento, Tributárias da Margem Direita do Rio Almada	28
Figura 5.1 - Modelo Hidrológico Conceitual para a Condição Atual.....	32
Figura 5.2 - Ocupação Efetiva da Bacia	33
Figura 5.3 - Modelo Conceitual do Balanço Hídrico nas Áreas de Ocupação Efetiva.....	35
Figura 5.4 - ADA e Sub-bacias Afetadas pela Impermeabilização e Compactação do Terreno	38
Figura 5.5 - Curvas de Permanência dos Deflúvios Diários do Cenário Atual e com Projeto	42
Figura 5.6 - Área Inundável Estimada na Planície do Rio Itariri, Afetada pelo Empreendimento	43
Figura 5.7 - Estimativa do Rebaixamento do Lençol Freático Considerando o Corte de um Talude na Área do Empreendimento. A linha Tracejada Marrom	

	Mostra o Nível Potenciométrico Inicial e a Linha Azul Mostra a Alteração do Nível Potenciométrico após a Operação do Corte, Mostrado na Superfície Hachuriada em Verde. Também Ocorre Alteração da Posição do Divisor de Águas (Seta Vermelha) e dos Exutórios do Sistema.....	45
Figura 5.8 -	Comportamento do Nível Potenciométrico na Situação de Cortes e Aterros Adjacentes, Mostrando em Verde Hachuriado as Áreas de Cortes e em Vermelho Hachuriado as Áreas de Aterros. Nesses Casos, a Dependência das Propriedades do Material dos Aterros, Deve Ocorrer Rebaixamento do Nível Potenciométrico nas Áreas dos Cortes e Elevação dos Níveis Potenciométricos nas Áreas dos Aterros.....	46
Figura 6.1 -	Aspecto da Estação de Amostragem C04, Situada na Área Alagável do Rio Itariri, que Deverá Receber a Vazão da Sub-bacia da Vertente Oeste da Área do Projeto	50
Figura 6.2 -	Análise de Escalonamento Multidimensional não Métrico e Cluster entre as Estações de Amostragem Avaliadas no EIA/RIMA (Hydros, 2011), Considerando a Composição das Espécies da Ictiofauna	58
Figura 6.3 -	Distribuição de Espécies de Águas Doces (Peixes Amarelos) e de Marinhas (Peixes Verdes) entre as Estações de Amostragem do EIA/RIMA (Hydros, 2011).	60

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 -	Características Físicas e Hidrológicas nas Margens Esquerda e Direita do Baixo Curso do Rio Almada.....	8
Quadro 3.2 -	Quantidades de Espécies da Fauna Ameaçadas (Segundo o IBAMA e/ou IUCN - Exclui CITES) ou Endêmicas da Mata Atlântica Existentes nos Sítios de Ponta da Tulha (Margem Esquerda do rio Almada) e Aritaguá (Margem Direita do Rio Almada) de Acordo com Dados Primários Obtidos nos Estudos Realizados pela Biodinâmica (2009) e Hydros Engenharia (2011), Respectivamente	13
Quadro 4.1 -	Dados das Sub-bacias na ADA do Empreendimento	19
Quadro 4.2 -	Volume Anual Escoado nas Sub-bacias	22
Quadro 5.1 -	Cálculo do Coeficiente de Escoamento Médio Anual na Área de Ocupação Efetiva.....	34
Quadro 5.2 -	Determinação da Evaporação Média Anual com Projeto.....	36
Quadro 5.3 -	Cálculo do Coeficiente de Escoamento Médio Anual na Área de Ocupação Efetiva.....	37
Quadro 5.4 -	Áreas Efetivamente Ocupadas pelo Empreendimento, Agrupadas por Categorias	39
Quadro 5.5 -	Curvas de Permanência dos Deflúvios para a Vertente Oeste.....	41
Quadro 5.6 -	Curva de Permanência do Incremento do Deflúvio Originados pelo Projeto e o Incremento da Cota de Alagamento da Planície do Rio Itariri, Afluente do Rio Almada.....	44
Quadro 6.1 -	Extensão Total da Rede Hidrográfica Atual e Trechos Afetados.....	47

1. INTRODUÇÃO

Os estudos ora apresentados tem por objetivo a avaliação da conectividade hídrica no sítio proposto para implantação do Empreendimento Porto Sul em Aritaguá, fornecendo subsídios técnicos para avaliação da interação entre a dinâmica hídrica e os componentes do meio biótico relacionados à flora e a fauna.

Este estudo está fundamentado na análise dos fatores hidrológicos, hidrogeológicos e bióticos que definem a disponibilidade dos recursos hídricos, sua distribuição e a dinâmica de escoamento e movimentação no sítio proposto do empreendimento para uma compreensão das relações entre as águas superficiais e subterrâneas e destas com a biota, bem como as possíveis alterações a partir da implantação do projeto do Porto.

No capítulo inicial, referente ao contexto regional, foi feita uma caracterização do baixo curso da bacia do rio Almada, da região da planície costeira e do ambiente estuarino, o qual pontua através de um quadro comparativo as principais características e distinções entre a região de Ponta da Tulha a norte e a região da Aritaguá, ao sul. Também foi elaborada uma comparação entre as formações vegetacionais e a presença de espécies de fauna de interesse para a conservação nos dois sítios, de modo a demonstrar claramente que embora sejam locais próximos, a sua dinâmica nos aspectos do funcionamento dos meios físico e biótico é completamente distinta.

Nos capítulos subsequentes é apresentada uma avaliação da conectividade hídrica no sítio de Aritaguá, detalhando o seu funcionamento. A seguir, são identificadas as interferências do projeto nos aspectos da conectividade hídrica descritos, e finalmente, se apresentam os possíveis impactos associados com as alterações que ocorrerão na conectividade hídrica do sítio de Aritaguá em decorrência da implantação do projeto.

2. METODOLOGIA

Para a caracterização dos aspectos físicos e bióticos foram utilizados dados coletados na bibliografia específica, nos relatórios e trabalhos de campo dos Estudos Ambientais tais como caracterização climatológica, geologia, topografia, cobertura vegetal, fauna, dados de sondagens, dentre outros.

Na discussão das interações e consequências das prováveis intervenções sobre o ambiente foram reunidos profissionais das áreas de engenharia, meio físico, biótico e sócio econômico, compondo uma equipe multidisciplinar.

A avaliação dos aspectos da conectividade hídrica foi realizada por um conjunto de especialistas dos diversos aspectos a serem considerados, destacando-se as análises de escoamento superficial e subterrâneo além da sua disponibilidade no ambiente e interações entre os recursos hídricos com a flora e a fauna aquática e terrestre.

Com vistas a consolidar as análises apresentadas foram utilizadas informações específicas de projetos tais como sondagens geotécnicas, e elaborados mapas e traçados perfis topográficos, analisados furos de sondagens e perfis geológico geotécnicos.

3. CONTEXTO REGIONAL

3.1 ASPECTOS DO MEIO FÍSICO

O baixo curso do rio Almada se apresenta como uma ampla planície costeira formada pela acumulação de sedimentos de origem marinha e fluviomarina compondo terrenos de topografia plana, em cotas altimétricas poucos metros acima do nível máximo da maré. Esta área compreende modelados de acumulação pela ação fluvial e da dinâmica costeira, resultando em acumulações de sedimentos arenosos e lamosos compondo praias, terraços, cordões arenosos, áreas embrejadas, pântanos e mangues, todos associados a ecossistemas específicos.

A planície costeira avança para o interior por mais de 10 quilômetros seguindo o curso do rio Almada, que apresenta baixo gradiente, traçado meandrante e baixa energia de transporte. Próximo a linha de costa o rio Almada sofre uma inflexão para sul, seguindo um curso paralelo a linha de costa por mais de 14 quilômetros, desaguando nas proximidades da cidade de Ilhéus.

Na sua porção intermediária, na altura da vila de Urucutuca, a planície costeira sofre um estreitamento, devido ao afloramento de rochas da bacia sedimentar do Almada e rochas do embasamento. Na face voltada para o litoral, à margem esquerda a planície costeira se mostra mais extensa, com uma largura média superior a 4,0 km, alargando-se em direção ao litoral, enquanto que na margem direita esta planície se mostra estreita, quando o rio Almada sofre uma inflexão para sul, contornando o relevo mais alto dos tabuleiros pré-litorâneos, próximos a linha de costa (**Figura 3.1**).

Assim, na margem esquerda predominam terrenos planos com cotas inferiores a 5 metros relacionados a sedimentos arenosos do Quaternário (Holoceno), com frequentes áreas embrejadas e sucessões de cordões arenosos típicos da planície costeira, enquanto que na margem direita esta planície é mais estreita e os relevos planos e de baixas altitudes estão mais relacionados com a ocorrência de depósitos fluviais em vales contornados.

Limitando esta planície a sul, ocorrem terrenos de altitude mais elevada esculpidos sobre rochas da bacia sedimentar do Almada e do embasamento cristalino. A **Figura 3.2** mostra a delimitação da planície costeira e o perfil topográfico transversal ao rio Almada, evidenciando a distinção entre o relevo típico do sítio da Ponta da Tulha na margem direita do rio Almada e o do sítio de Aritaguá, situado na margem esquerda do rio Almada.

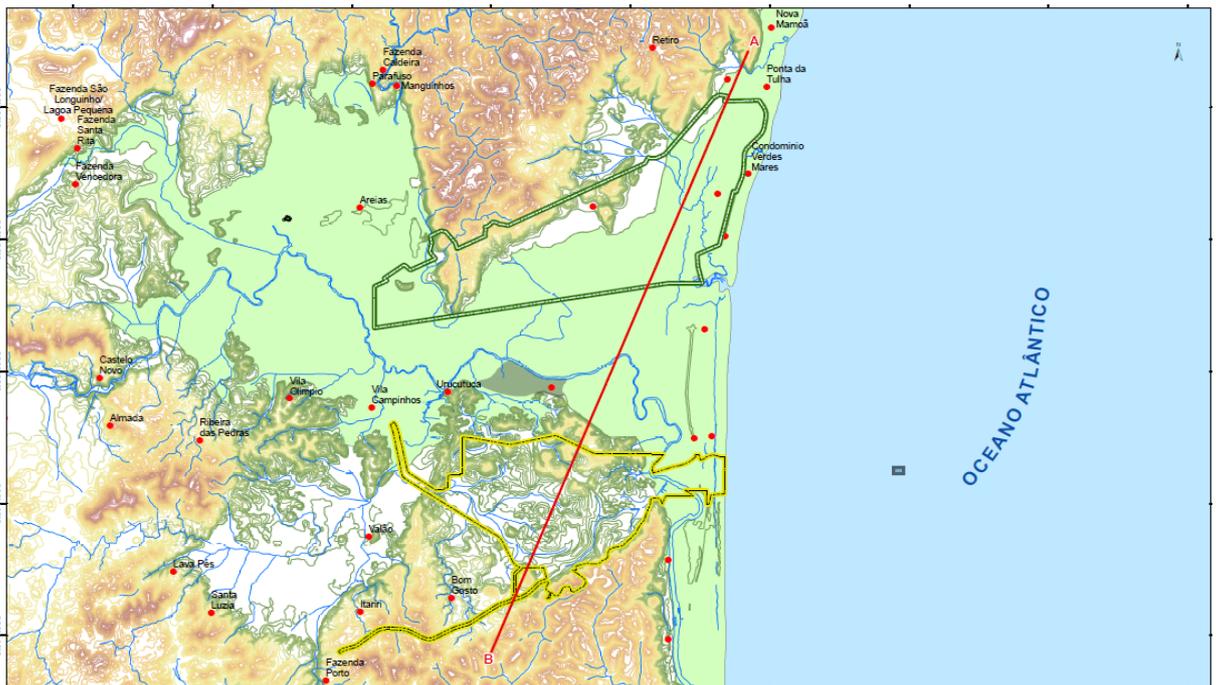


Figura 3.1 - Situação das ADAs de Ponta da Tulha e Aritaguá em Relação à Planície Costeira e Localização do Perfil Topográfico

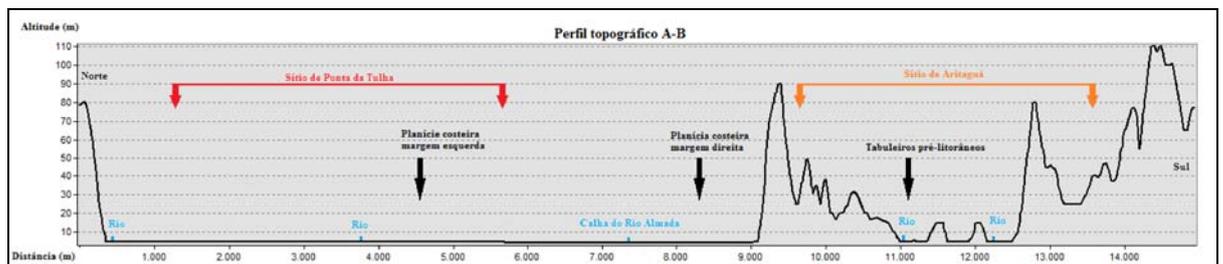


Figura 3.2 - Comparação do Perfil Topográfico entre os Sítios Propostos para a Implantação do Porto Sul na Localidade da Ponta da Tulha e de Aritaguá, com Base na Linha A-B Apresentada na Figura 3.1

O perfil topográfico A-B evidencia na margem esquerda do rio Almada a ocorrência de terrenos planos de baixa altimetria contrapondo-se aos terrenos de topografia movimentada da margem direita, na unidade dos tabuleiros pré-litorâneos.

Na margem direita do rio Almada, a sul, a planície apresenta uma extensão de pouco mais de 1 km seguindo terrenos de topografia movimentada onde os picos definem os divisores de escoamento superficial das diversas sub-bacias contribuintes ao curso do rio Almada.

3.1.1 Ambiente de Ponta da Tulha - Margem Esquerda do Rio Almada/Planície Costeira Típica

A região de Ponta da Tulha, a norte, margem esquerda do rio Almada, encontra-se sobre uma planície litorânea associada aos sedimentos quaternários marinhos, aluvionares e flúvio-lagunares. Ao longo da planície marinha, próxima à linha de costa, é conspícua a presença de cordões arenosos litorâneos orientados na direção norte-sul relacionadas aos movimentos de transgressão e regressão marinhas. Nas unidades arenosas, os solos são neossolos quartzarênicos órticos, enquanto nas unidades com drenagem mais deficiente, maior conteúdo

de matéria orgânica e sedimentos finos (brejos e manguezais) ocorrem solos hidromórficos desenvolvidos em terrenos permanentemente encharcados.

Na hidrografia local destaca-se uma drenagem de padrão dendrítico, com uma densidade de cursos de água relativamente baixa. A direção de escoamento preferencial dos cursos de água é norte-sul, com sentidos ora para norte, ora para sul, mantendo, em sua maioria, um padrão de paralelismo à linha do litoral condicionado pelos cordões litorâneos. Nas situações onde este padrão de drenagem é rompido, o escoamento se encaminha para leste, no sentido de alcançar o oceano, interligando os diversos cordões paralelos.

A principal unidade aquífera na planície costeira compreende os depósitos arenosos holocênicos formados por processos da dinâmica costeira recente, constituídos predominantemente de areias quartzosas com granulometria fina a média, compondo aquífero livre, em meio poroso, de alta porosidade e transmissividade, com espessuras de mais de 20 metros. Estas características lhe conferem um potencial hidrogeológico alto, com vazões superiores a 10 m³/h.

Sondagens geotécnicas executadas na região de Ponta de Tulha mostraram pacotes arenosos com continuidade lateral em superfície e pacotes de areias finas sobre material de textura silto-argilosa e lentes dispersas compondo um pacote de sedimentos predominantemente arenosos com até 20 metros de espessura, saturados por um nível da água próximo a superfície. A **Figura 3.3** mostra os perfis geotécnicos típicos da região de Ponta da Tulha.

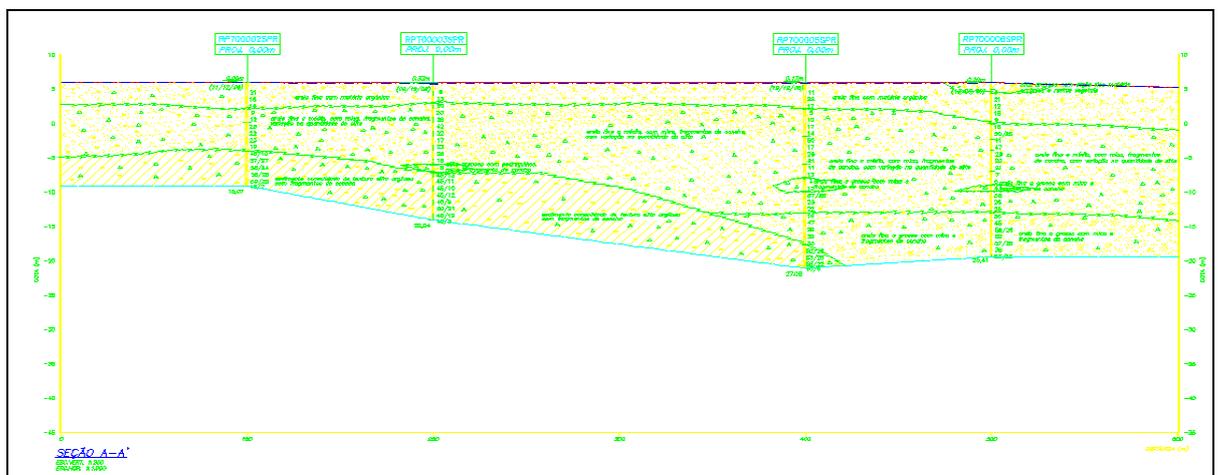


Figura 3.3 - Perfil Geológico Geotécnico no Trecho da Planície Costeira Transversal à Linha de Costa, Evidenciando Pacotes Arenosos e N.A muito Próximo à Superfície

A profundidade do lençol freático nessa área é inferior a 1,0 m, chegando a aflorar nos terrenos rebaixados, formando zonas brejosas ou áreas alagadas, perenes e temporárias. No período chuvoso, a delgada zona vadosa é rapidamente saturada, promovendo maior conexão entre as águas subterrâneas e superficiais e a ativação de canais temporários de escoamento. Durante o período mais seco, muitas destas áreas ficam isoladas, sem fluxo superficial aparente.

Para fins de investigação geológica foram executadas 69 sondagens à percussão e 24 sondagens a trado numa malha de 100 x 100 metros onde os níveis médios do nível da água ficaram por volta de 0,4 metros, e apenas 02 furos apresentaram profundidades em torno de 1,4 metros.

Através das sondagens executadas, com profundidades variáveis entre 20 e 50 metros, pode-se constatar que os sedimentos de maior resistência, sejam de compactidade compacta a muito compacta ou consistência rija a dura, caracterizando materiais argilosos de permeabilidade mais baixa ocorrem entre as profundidades de 5,0 e 24,0m.

Essa situação propicia a manutenção de um aquífero livre elevado, cujo afloramento mantém a água na superfície. O relevo plano, o baixo gradiente hidráulico e a situação da área em zona de descarga regional das águas subterrâneas contribuem para a profundidade muito rasa do lençol freático na planície litorânea, que chega a aflorar em vários pontos, inclusive na época de maior estiagem (brejos permanentes).

A recarga natural deste sistema ocorre através da infiltração direta das águas pluviais e, localmente, através da infiltração de cursos d'água influentes como os rios Barra Nova e do Mangue durante o período de elevação do nível da maré. Na planície litorânea, onde se situam as unidades Terraços Marinhos e Depósitos Fluviolagunares ocorrem as mais baixas cargas hidráulicas e os menores gradientes hidráulicos da região, caracterizando naturalmente as zonas de descarga dos aquíferos. Estas áreas apresentam condições de uma quase plena saturação dos aquíferos, com zonas vadasas de pequena espessura para o armazenamento dos aportes meteóricos e rápida saturação na época de chuva, quando o lençol freático chega a aflorar em grande parte da planície. Nesta época, os cordões litorâneos exercem função de conexão das áreas alagadas, conduzindo o fluxo superficialmente segundo a direção predominante norte-sul para os pontos de descarga principais, quais sejam os talvegues dos rios Barra Nova, do Mangue e Acabanga.

Esta unidade é amplamente utilizada por moradores da região como fonte alternativa de abastecimento, suprindo ou complementando a oferta da rede pública que é deficiente na área. A captação ocorre em poços rasos com vazões em torno de 1 a 2 m³/h, limitadas geralmente pela capacidade das bombas.

3.1.2 Ambiente de Aritaguá - Tabuleiros Pré-litorâneos

O sítio de Aritaguá está localizado predominantemente em terrenos adjacentes à planície costeira, correspondente a unidade geomorfológica dos tabuleiros pré-litorâneos (**Figura 3.1**). Embora esteja próximo (adjacente) à planície litorânea, trata-se de um ambiente completamente diferente em termos da sua composição, estrutura geológica e geomorfológica, como descrito a seguir.

A maior parte do polígono de Aritaguá se situa sobre as rochas sedimentares da Bacia do Almada, associadas a um relevo colinoso com altitudes que chegam a 80 metros acima do nível do mar. Apenas nas porções central e leste da área ocorrem terrenos rebaixados associados a sedimentos quaternários de origem fluvial ou marinha, onde o relevo é bastante plano, com a presença inclusive de áreas úmidas constituídas por brejos - na porção central, além de manguezais e restingas na porção leste.

Considerando a implantação do Porto Sul neste terreno o perfil geotécnico executado onde está prevista a implantação na borda leste do pátio de estocagem de minério de ferro sobre litologias da Formação Urucutuca (Ritmitos finos com folhelhos, arenitos conglomerados e pelitos) mostra uma camada de argila siltosa recobrendo material siltico-argiloso em terreno de topografia movimentada. A morfologia da superfície do nível da água, apesar da variação textural dos materiais, se apresenta em conformidade com o caimento da topografia, como

ilustrado na **Figura 3.4**. Uma diferença importante na comparação do site de Aritaguá com o da Ponta da Tulha é que em Aritaguá a presença de argila siltosa e silte argiloso apresentam alto grau de impermeabilidade. Isto condiciona a profundidade do lençol freático à porção correspondente ao manto de alteração do solo, resultando em um escoamento subsuperficial relativamente rápido das águas subterrâneas - devido à topografia - que ocorre rente à camada compactada de siltitos e argilitos. Na Ponta da Tulha, as reservas de águas subterrâneas tendem a ser muito mais profundas e ter velocidades de escoamento muito baixas, em virtude da composição arenosa do terreno (que confere grande permeabilidade) e ao baixo gradiente topográfico.

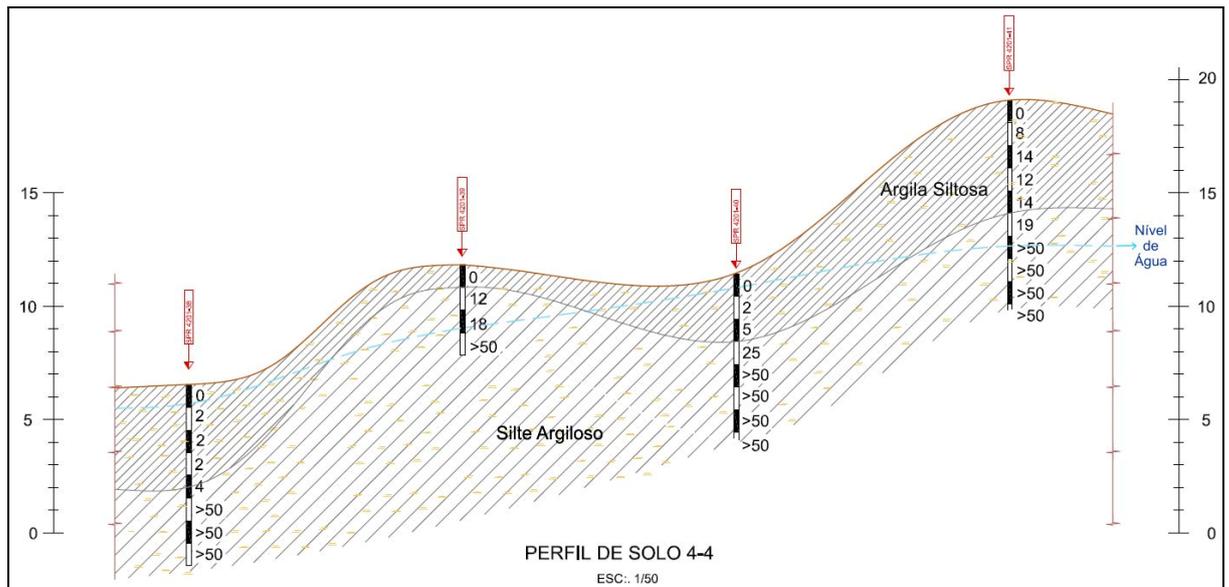


Figura 3.4 - Perfil Geotécnico na Região de Aritaguá Ilustrando a Composição Litológica e o Comportamento do Lençol Freático, cuja Direção de Fluxo Acompanha a Topografia

A rede de drenagem na região de Aritaguá mantém o mesmo padrão dendrítico apontado em Ponta da Tulha, no entanto, apresentando maior densidade, o que reflete uma menor permeabilidade. A direção principal de escoamento é leste-oeste no sentido do encontro do rio Itariri, afluente do rio Almada. As calhas fluviais, em sua maioria são bem marcadas e de pequeno porte.

O **Quadro 3.1** a seguir apresenta as principais diferenças das características físicas e hidrológicas entre as áreas da margem direita e esquerda da região do baixo curso do rio Almada.

Quadro 3.1 - Características Físicas e Hidrológicas nas Margens Esquerda e Direita do Baixo Curso do Rio Almada

Aspecto	Margem Esquerda Sítio de Ponta da Tulha	Margem Direita Sítio de Aritaguá
Geologia	Predominância dos terraços marinhos arenosos e depósitos aluvionares.	Predominância de rochas sedimentares da bacia do rio Almada nas áreas elevadas e depósitos aluvionares nos fundos dos vales.
Morfologia	Planície marinha com relevo plano e sucessões de cordões arenosos entremeados por áreas embrejadas. Modelado de acumulação.	Tabuleiros pré-litorâneos com relevo suave ondulado a ondulado com colinas e morros de vertentes de declividade moderada com desníveis da ordem de 30 metros entre o topo e a base. Modelado de dissecação nas áreas altas e de acumulação nos fundos de vales.
Topografia	Topografia plana com altimetria variando de 0 a 5 metros com média e de 2,0 metros.	Topografia movimentada, com vertentes suaves e cotas variando de 5 a 80 metros com média de 17 metros
Hidrografia	Drenagem de padrão dendrítico com densidade baixa caracterizando terrenos permeáveis e eventualmente difusa e sem hierarquia fluvial bem definida	Drenagem de padrão dendrítico de densidade média, bem definida com a individualização de três bacias de contribuição: Sub-bacias do Timbuíba, Riacho do Jundiá e riacho sem nome
Escoamento Superficial	Direção preferencial de escoamento norte-sul, com sentido variável, mantendo um padrão de paralelismo à linha de costa condicionado pelos cordões litorâneos e secundariamente para leste, desaguando na linha de costa.	Direção preferencial de escoamento de leste para oeste com bacias de contribuição bem definidas e secundariamente de sul para norte e de leste para oeste com pequenos tributários afluentes do curso principal do rio Almada.
Hidrogeologia	Sistema aquífero granular poroso com elevada permeabilidade e transmissividade com espessura de pacotes arenosos de até 20 metros	Sistema aquífero granular/fissural, com permoporosidade fissural.
Escoamento subterrâneo	Escoamento subsuperficial com baixo gradiente hidráulico associado às zonas alagadas. Processo não linear de captação e de distribuição de fluxos superficiais e subterrâneos.	Escoamento superficial condicionado por divisores de água bem definidos em conformidade com a topografia local preferencialmente no contato solo/rocha
Disponibilidade hídrica sub	Aquíferos com boa capacidade de produção utilizados pelas populações locais com poços artesanais pouco profundos.	Aquífero de capacidade limitada com poços secos em sua maioria.
Vulnerabilidade à contaminação	Vulnerabilidade alta condicionada sobretudo pela proximidade do nível da água em meio poroso e permeável. Metodologia GOD*	Vulnerabilidade baixa a moderada, nas áreas de topo e fundo de vale respectivamente. Sobretudo em virtude da presença de camadas pelíticas.

Fonte: Equipe Hydros, 2012

* FOSTER, S. & HIRATA, R. 1993.

3.2 ASPECTOS DO MEIO BIÓTICO

As diferenças relatadas na composição geológica, geomorfológica, sedimentar e dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos entre a margem esquerda do rio Almada (Sítio da Ponta da Tulha) e a sua margem direita (Sítio de Aritaguá) determinaram a colonização destas áreas por conjuntos diferenciados de vegetação, e, por conseguinte, isto influencia a qualidade das áreas como habitats da fauna silvestre. A seguir apresenta-se a caracterização geral das formações vegetais nas duas localidades.

3.2.1 Margem Esquerda do Rio Almada - Sítio da Ponta da Tulha

No ambiente da margem esquerda do Rio Almada, o baixo gradiente topográfico, os terrenos permeáveis com nível de água raso ou aflorante na maior parte do tempo resultaram na colonização desta área por uma vegetação adaptada à presença frequente ou constante de água e a terrenos arenosos, pobres em nutrientes. Neste terreno a formação vegetal predominante é a restinga, que nos cordões litorâneos mais afastados do litoral apresenta porte arbóreo e estágios médios e avançados de regeneração, e na porção do terreno mais próxima da costa apresenta uma característica antropizada e vegetação de porte arbustivo e herbáceo. Este ambiente está, por sua vez, conectado com tabuleiros litorâneos situados mais ao norte, e que são ocupados por Floresta Ombrófila em estágio médio e avançado de regeneração. Além da restinga, destacam-se nesta área áreas embrejadas (alagáveis) e ambientes de manguezais. Como demonstrado na **Figura 3.5** todos estes ambientes estão em estreito contato, o que propicia uma grande diversidade de habitats e ambientes para colonização pela fauna terrestre e aquática. Não deve ser descontada ainda a importância do curso do rio Almada e da Lagoa Encantada como ambientes hídricos que conectam todas estas áreas.

É importante ressaltar que devido à presença constante de água na região da margem esquerda do rio Almada, houve uma maior dificuldade para a ocupação humana desta área, que ficou praticamente restrita às zonas adjacentes à linha de costa, com a existência de diversos condomínios residenciais e de lazer na área dos cordões litorâneos costeiros. Este padrão de ocupação determinou a degradação da restinga de porte arbustivo e herbáceo e áreas alagáveis presentes nas proximidades do litoral. Por outro lado, os ambientes mais recuados, a partir da distância de 1,5 km a partir da linha de costa foram pouco modificados em virtude das dificuldades criadas pelo constante alagamento dessa área. Essa barreira à ocupação determinou a preservação e conservação de parcelas importantes de restinga de porte arbóreo e áreas alagáveis, o que por sua vez propiciou condições ideais de conectividade com áreas próximas de mata e manguezais, tornando-a uma área singular como habitat para a fauna.

A grande complexidade dos sistemas hídricos e a presença de remanescentes pouco alterados de várias fitofisionomias diferentes resultou na formação de um ambiente com um alto grau de complexidade e singularidade do ponto de vista biológico, capaz de abrigar diversas espécies de relevância para a conservação e inclusive espécies aquáticas novas para a ciência, como demonstrado no EIA/RIMA realizado pela empresa Biodinâmica para a Bahia Mineração em 2009 (BIODINÂMICA, 2009).

A **Figura 3.6** apresenta o fluxo lógico da análise da sensibilidade ambiental no sítio da margem direita do rio Almada, no local correspondente à implantação do Porto Sul na Ponta da Tulha. Em função das características próprias da área, é evidente que o local apresenta severas restrições às intervenções antrópicas.

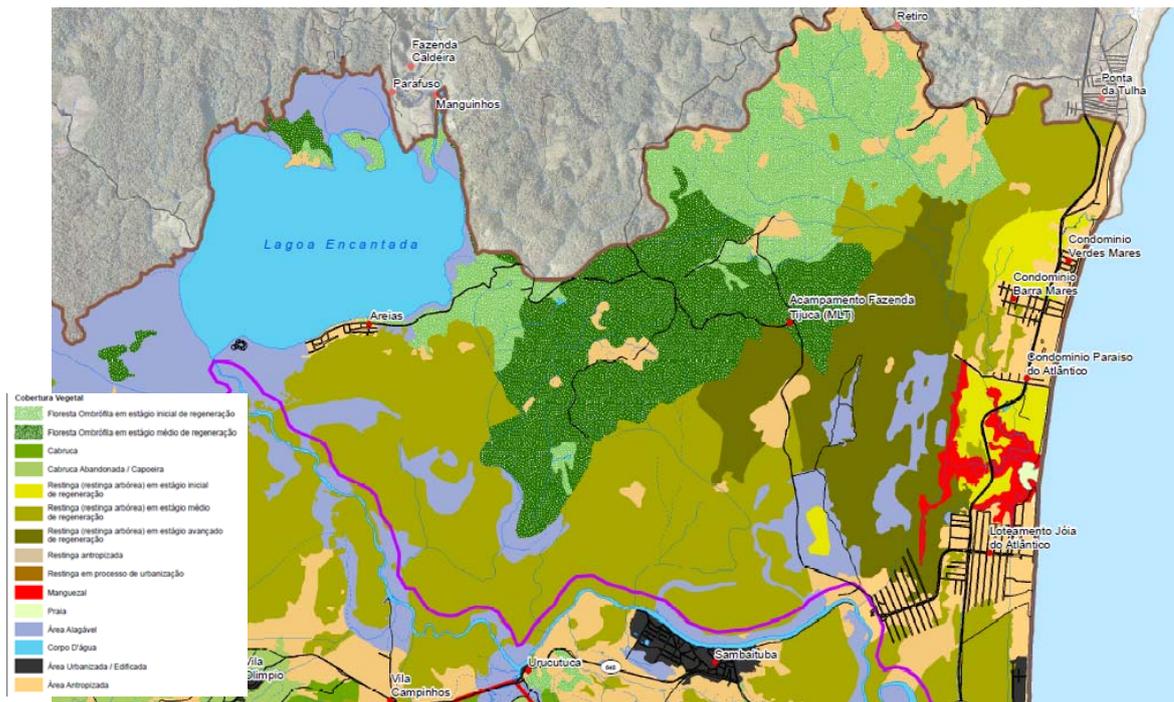


Figura 3.5 - Cobertura Vegetal na Margem Esquerda do Rio Almada, na Região onde foi Inicialmente Proposta a Implantação do Porto Sul

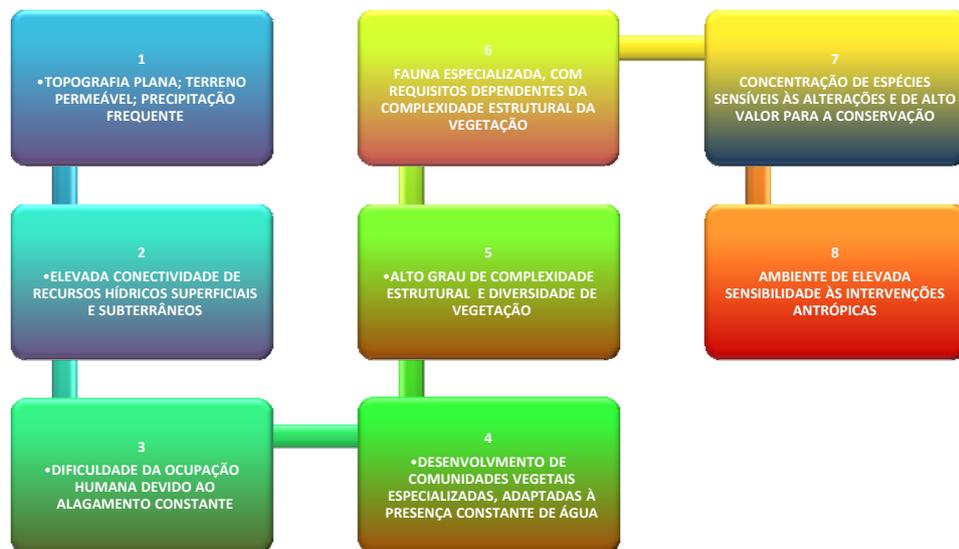


Figura 3.6 - Fluxo Lógico da Análise da Sensibilidade do Sítio da Ponta da Tulha, Margem Esquerda do Rio Almada, à Implantação do Empreendimento

3.2.2 Margem Direita do Rio Almada – Sítio de Aritaguá

Em contraste com a margem esquerda, a margem direita do rio Almada apresenta um trecho estreito de planície costeira, o qual apresenta-se fortemente impactado pelo processo de ocupação humana e logo ao lado desta aparecem os tabuleiros pré-litorâneos, formando uma área com topografia mais elevada na direção oeste. Esta região originalmente apresentava-se recoberta por uma vegetação de Floresta Ombrófila mais dependente do microclima gerado

pela própria vegetação, que da condição edáfica e da conectividade hídrica existente. Contudo, ressalta-se que esta área tem sofrido uso intensivo ao longo dos anos, e a formação de floresta ombrófila outrora existente foi sendo modificada e degradada em termos da sua composição original, tendo sido transformada em um ambiente agroflorestal (Cabruca) voltado principalmente para a produção de cacau. Este sistema de cultivo requer inicialmente a remoção do sub-bosque original, que passa a ser substituído pelas espécies de interesse econômico (no caso em questão principalmente o cacau – *Theobroma cacao*). Estas requerem sombreamento e por essa razão, inicialmente as árvores de dossel alto originárias da floresta ombrófila são mantidas. Contudo, o manejo das culturas do cacau com herbicidas impede a regeneração de um sub-bosque natural, mantendo este restrito às espécies de interesse econômico. Com o passar dos anos, as árvores de grande porte originárias da floresta ombrófila vão decaindo, e são substituídas por outras espécies (em geral exóticas) que também apresentam interesse econômico, este é o caso das mangueiras, jaqueiras, eritrina, dendê e outras espécies de árvores. Portanto, é importante compreender que na região de Aritaguá os tabuleiros pré-litorâneos que originalmente eram recobertos por vegetação de floresta ombrófila, tiveram a sua cobertura vegetal totalmente descaracterizada, em função da prática do sistema cacau-cabruca.

A **Figura 3.7** mostra as características da vegetação na margem direita do rio Almada e onde também aparece a Área Diretamente Afetada (ADA) pretendida para a implantação do empreendimento Porto Sul. O contraste da vegetação é aparente de imediato, pois a margem direita apresenta-se colonizada por fitofisionomias que, embora pertencentes ao domínio da Mata Atlântica, encontram-se fortemente alteradas. Na zona mais a leste, a porção que compreende o trecho de planície costeira na margem direita do rio Almada apresenta vegetação de restinga e áreas alagáveis que estão na atualidade em franco processo de urbanização. Mais a oeste, aparecem os tabuleiros costeiros, onde a fitofisionomia predominante é o sistema agroflorestal da cabruca, que consiste em um dossel mais elevado de vegetação de porte arbóreo que fornece sombra para uma série de cultivos na área que seria o sub-bosque da mata, sendo a cultura predominante o cacau.

Reforçando o que foi explanado acima, grande parte deste dossel superior, originalmente formado por árvores da floresta ombrófila, foi sendo substituído ao longo dos anos por espécies exóticas como a Eritrina, Mangueiras, Jaqueiras e outras árvores frutíferas. Deste modo, a formação florestal que outrora caracterizava os tabuleiros costeiros foi sendo modificada pelo uso agroflorestal, embora mantendo certa semelhança estrutural com a mata original. Além da cabruca, outras fitofisionomias que predominam nos tabuleiros costeiros que acompanham a margem direita do rio Almada no seu baixo curso são áreas ditas antropizadas. Estas correspondem à áreas onde a vegetação natural foi removida para o uso em pastagens, cultivos e ainda a zonas onde esses cultivos foram abandonados e estão na fase inicial de regeneração.

Em consequência do uso intensivo, as terras da margem direita do rio Almada no seu baixo curso apresentam uma importância menor em relação à sua qualidade e singularidade como habitats da flora e da fauna. Este aspecto foi evidenciado nos levantamentos de dados primários realizados durante a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental pela Hydros Engenharia em 2011 na região de Aritaguá (HYDROS, 2011).

A **Figura 3.8** mostra o fluxo lógico da análise da sensibilidade do sítio de Aritaguá, margem direita do rio Almada em relação à implantação do empreendimento. Trata-se de um ambiente

onde o menor grau de interconexão hídrica é inerente, o que possibilitou a sua ocupação e alteração pelo homem, possuindo uma fauna menos sensível e sendo menos relevante do ponto de vista da conservação.



Figura 3.7 - Cobertura Vegetal na Margem Direita do Rio Almada, Mostrando a Área Indicada para a Implantação do Porto Sul na Localidade Próxima a Aritaguá



Figura 3.8 - Fluxo Lógico da Análise da Sensibilidade do Sítio de Aritaguá, na Margem Direita do rio Almada, em Relação à Implantação do Empreendimento

3.2.3 Comparação da Fauna de Interesse para a Conservação entre os Sítios da Margem Esquerda (Ponta da Tulha) e Direita (Aritaguá) do Rio Almada

Uma forma simples de confirmar as análises apresentadas acima é pela comparação da relevância dos sítios da margem esquerda (Ponta da Tulha) com a margem direita (Aritaguá) do rio Almada em termos da sua singularidade e importância como ambientes naturais ao contrapor as espécies de fauna ameaçadas de extinção ou endêmicas encontradas nos dois sítios. Esta comparação é apresentada no **Quadro 3.2** e na **Figura 3.9** a seguir.

Quadro 3.2 - Quantidades de Espécies da Fauna Ameaçadas (Segundo o IBAMA e/ou IUCN - Exclui CITES) ou Endêmicas da Mata Atlântica Existentes nos Sítios de Ponta da Tulha (Margem Esquerda do rio Almada) e Aritaguá (Margem Direita do Rio Almada) de acordo com Dados Primários Obtidos nos Estudos Realizados pela Biodinâmica (2009) e Hydros Engenharia (2011), Respectivamente

Sítio	Mamíferos	Aves	Anfíbios	Répteis
Ponta da Tulha ¹ (margem esquerda)	55	88	82	07
Aritaguá ² (margem direita)	13	16	23	02

Fontes dos Dados: Biodinâmica, 2009; Hydros, 2011

1 - EIA/RIMA do Porto Sul (Biodinâmica, 2009). Fontes: Flora (Quadros das pgs. 5.2.1-46 e 5.2.1-47); Mamíferos (Quadro 5.2.2.3/pg.5.2.2.12); Aves (Quadro 5.2.2.13/pg. 5.2.2.53); Anfíbios (Quadro 5.2.2.18/pg. 5.2.2.128); Répteis (Quadro 5.2.2.19/pg. 5.2.2.136)
2- EIA/RIMA do Porto Sul: Estudos Complementares (Hydros, 2011) Fontes: Mamíferos (Quadro 5.7/pg. 5.37 e 5.8/pg. 5.41); Aves (Quadros 5.26/pgs. 5.83 e 5.17/pg. 5.96); Anfíbios (Quadros 5.23/pgs.5.144 e 5.24/pg. 5.150) e Répteis (Quadros 5.26/pgs. 5.165 e 5.27 / pg. 5.166).

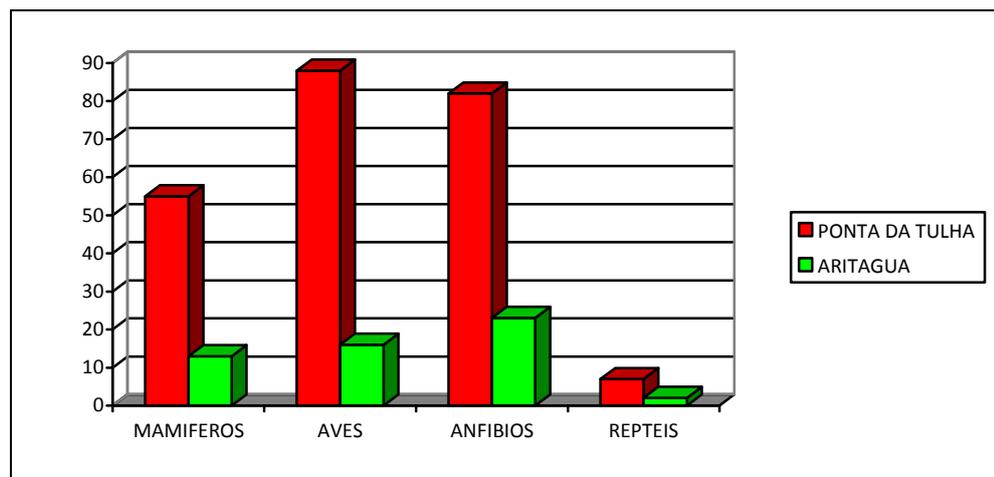


Figura 3.9 - Comparação de Registros de Espécies Ameaçadas Segundo o IBAMA e a IUCN e Espécies Endêmicas Segundo os Dados dos Estudos da Biodinâmica na Ponta da Tulha (BIODINÂMICA, 2009) e Hydros Engenharia em Aritaguá (HYDROS, 2011)

Pela análise do **Quadro 3.2** e da **Figura 3.9** acima depreende-se uma diferença expressiva na concentração de espécies de interesse para a conservação no sítio da Ponta da Tulha (margem esquerda do rio Almada) em comparação com o sítio de Aritaguá. Essa diferença se dá devido ao fato de que as espécies ameaçadas e endêmicas apresentam requerimentos mais exigentes e específicos em relação à qualidade do *habitat*, representado pelo conjunto solo, disponibilidade de água e umidade, serapilheira, estrato herbáceo, sub-bosque e dosséis médios e superiores da vegetação. Estas espécies podem apresentar exigências alimentares e reprodutivas que somente podem ser atendidas em ambientes que apresentam elevada complexidade estrutural e micro nichos muito específicos, inclusive com dependência sobre certos tipos de alimentos fornecidos por espécies específicas da flora, razão pela qual estas tendem a desaparecer de áreas alteradas onde esta complexidade estrutural e estes micro nichos são alterados.

Por outro lado, em ambientes manejados como no sítio de Aritaguá, a fauna que utiliza a região é menos especializada e mais adaptada aos ambientes alterados, possuindo maior facilidade de adaptação e requerimentos menos exigentes em termos da qualidade do habitat, disponibilidade de micro nichos e alimentação. Ou seja, as espécies da fauna que circulam em Aritaguá são, em geral mais tolerantes e conseguem sobreviver em ambientes menos complexos, sendo que em muitos casos, já estão habituados à presença humana. Este é um indicativo seguro de que alterar a vegetação existente na margem esquerda do rio Almada traria consequências muito mais severas para a fauna em relação à ocorrência da mesma situação nos ambientes já alterados existentes no sítio de Aritaguá (margem direita do rio Almada).

3.2.4 Análise da Vegetação em Relação ao seu Grau de Dependência em Relação aos Recursos Hídricos

Com relação ao grau de dependência da vegetação em relação ao regime hídrico, pode se afirmar que apesar de os vegetais dependerem sempre da natureza do substrato, existem comunidades para as quais o clima assume preponderância, como é o caso do domínio morfoclimático de Mata Atlântica, onde o ambiente aéreo é muito mais úmido que o solo. As formações climáticas são típicas das florestas pluviais, pois estas podem ocorrer em solos

variados, mas dependem basicamente de um tipo específico de clima – úmido, vivendo em ciclos fechados sobre seus próprios resíduos (RIZZINI, 1997).

A área alvo do empreendimento no sítio de Aritaguá está situada no domínio morfoclimático da floresta pluvial atlântica, cujas fitofisionomias possuem, prioritariamente, formações de origem climáticas e, secundariamente, edáficas. As fitofisionomias de origem climática são as matas de tabuleiro, as cabucas e as áreas antropizadas. As fitofisionomias de origem edáficas são as áreas alagáveis, os manguezais e as restingas, ou seja, vegetação cuja ocorrência é favorecida pelas condições físicas locais, principalmente relacionadas à maior umidade do solo. Segundo Rizzini (1997), as fisionomias de origem climática são mais estáveis por serem estabelecidas e mantidas em ciclos fechados, relacionando-se à umidade/pluviosidade e serapilheira, visto que, ainda que o solo seja pouco fértil, a floresta se mantém através de seus próprios recursos (matéria orgânica de raízes, caules folhas, frutos e sementes).

No sul da Bahia, as formações das florestas ombrófilas de tabuleiro apresentam espécies vegetais com alturas médias entre 25 e 30 m, que são sustentadas pela serapilheira, que possui camada de 5 a 20 cm de espessura. Rizzini (1997) comenta que uma característica típica destas áreas é a presença das raízes superficiais, de crescimento radial, atingindo de 10 a 20 cm, correndo logo abaixo da superfície do solo. Por esse motivo, as quedas de árvores, abrindo clareiras, são tão comuns nestes ambientes, sendo possível observar que as raízes não alcançam 2 metros de profundidade. Para Rizzini (1997), *a floresta explora o solo superior, que organiza e mantém à própria custa*, se caracterizando pelo maior desenvolvimento de sua parte aérea do que a subterrânea. Portanto, os solos podem ser rasos, contanto que se mantenham saturados de umidade na superfície dependendo da estrutura vegetacional. A infiltração, em geral, é controlada pelas condições que antecederam a chuva e que pode deixar o solo parcialmente saturado, influenciando de maneira diversa o desenvolvimento da vegetação, que abastecem a serapilheira da floresta com umidade, através da “canalização” das gotas de chuva por suas folhas e caules (BIGARELLA, 2003).

Portanto, o sítio de Aritaguá na porção correspondente ao tabuleiro pre-litorâneo, que originalmente era uma floresta ombrófila densa, e que foi transformada pelo uso em um sistema agroflorestal, é uma formação vegetal que depende para a sua manutenção da precipitação, da serapilheira e do microclima formado entre o dossel superior, o sub-bosque (neste caso formado por culturas - cacau e outras) e a serapilheira. Este é, em geral, o terreno onde pretende ser implantado o Porto Sul em Aritaguá. Na porção leste do terreno de Aritaguá, no trecho que corresponde à planície litorânea, há formações vegetais de origem edáfica, como restingas e áreas alagáveis (os manguezais são praticamente inexistentes no trecho afetado).

Na Ponta da Tulha, há forte predominância de formações vegetais de origem edáfica, como os manguezais, as áreas alagáveis e as restingas. Como áreas de origem edáfica, os manguezais, fisionomia de influência fluvio-marinha, se desenvolvem num substrato de lama, cuja dinâmica se faz entre as águas dos cursos hídricos próximos às zonas de estuário, sendo que algumas espécies, típicas destes ambientes, acompanham os cursos de água, nas áreas em torno de brejos e lagoas, onde a salinidade ainda se faz presente (RIZZINI, 1997). Saindo destas áreas de estuário, com menor influência da salinidade no substrato, as restingas, áreas de mesma origem, definem as formações lenhosas adjacentes à praia e em seus interiores, na parte plana. Esta é a fração característica e mais rica da vegetação arenícola marítima, que avança para as áreas de florestas de tabuleiro, constituindo-se em ecótonos, até onde o substrato influencia a composição e as características das comunidades vegetais.

As áreas alagáveis ou brejosas ou florestas paludosas são comunidades vegetais de planícies aluviais que refletem os efeitos das cheias dos rios nas épocas chuvosas ou, então, das depressões alagáveis todos os anos. Estas são formações edáficas requerem solo peculiar do tipo encharcado e lamacento, sendo o clima um elemento secundário na definição da sua estrutura e composição. Nestes terrenos aluvionares, conforme a quantidade de água e ainda o tempo que ela permanece na área, as comunidades vegetais vão desde a pantanosa criptofítica (hidrófitos) até os terraços alagáveis temporariamente dos terófitos, geófitos e caméfitos (RIZZINI, 1997).

No domínio florestal atlântico, estes ambientes são designados como floresta paludosa litorânea e ocorrem nas planícies litorâneas, em áreas de manchas de baixa mata pantanosa, podendo a lama ser relativamente consistente (RIZZINI, 1997). Nos pântanos, o gênero cosmopolita *Typha* fica confinado a um ambiente especializado, diferente dos gêneros *Cyperus* e *Juncus* que são exclusivos das áreas pantanosas dos trópicos. Estes três gêneros dominam as depressões brejosas. Nas planícies alagáveis mais bem drenadas ocorrem comunidades campestres, e os gêneros *Panicum* e *Paspalum* dominam em meio ao gênero *Thalia*. Nos terraços mais enxutos dominam os gêneros *Acacia* e *Mimosa*, juntamente com várias famílias botânicas de características pioneiras, como Solanaceae, Asteraceae e Myrtaceae (FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 1991).

Os brejos são ambientes permanentemente alagados, localizando-se geralmente nas baixadas ao longo dos rios, e apresentam uma vegetação adaptada. Tais ecossistemas lentamente evoluem para mata mediante aterramento gradual e colonização por espécies silvestres, que se vão substituindo umas às outras até a fase de estabilidade, como as embaúbas (*Cecropia* spp.). A composição florística das áreas alagadas varia de acordo com a maior e menor variação do nível do lençol freático. Os brejos diferem dos campos alagados tanto por possuírem maior volume de água, quanto pela espécie vegetal típica. Enquanto nos primeiros há maior frequência de taboa (*Typha domingensis*), nos segundos, destacam-se determinados gêneros de ciperáceas (RIZZINI, 1997).

Associada a estas áreas alagáveis, ocorre uma vegetação ciliar, que acompanha os rios perenes ou intermitentes. Segundo Rizzini (1997), as florestas ripárias ou matas ciliares são extensões mediterrâneas da grande floresta atlântica, que estão classificadas na categoria formações florestais edáficas. Estudos publicados comprovam que esta cobertura vegetal é de grande importância na estabilização das ribanceiras dos rios, atuando como um “sistema tampão” na filtragem de nutrientes e/ou agroquímicos, na interceptação e absorção da radiação solar, contribuindo para a estabilidade térmica dos pequenos cursos d’água e servindo de abrigo e/ou fornecendo alimento para a ictiofauna e a fauna terrestre (DELITTI, 1989; KAGEYAMA *et al.*, 1989; LIMA, 1989; MANTOVANI, 1989; REICHARDT, 1989). Por ser uma vegetação que se estabeleceu em função da umidade e fertilidade do solo prevaletentes no local, as matas ciliares expressam componentes florísticos das fitofisionomias em que estão circunscritas (RIBEIRO, 1998).

Na **Figura 3.1** apresentada anteriormente, é possível observar que mais de 85% do terreno onde antes era pleiteada a implantação do Porto Sul, na margem esquerda do rio Almada, nas proximidades da localidade da Ponta da Tulha, está situado em terrenos da planície litorânea, onde o sistema vegetacional depende mais fortemente das condições edáficas e da dinâmica hídrica superficial e subterrânea. Por outro lado, na mesma figura, observa-se que o sítio onde está atualmente proposta a implantação do Porto Sul, na margem direita do rio Almada

apresenta mais de 80% do seu terreno situado nas áreas dos tabuleiros pré-litorâneos, onde predomina o sistema de cabruca, que tem uma dependência mais direta da precipitação e do microclima formado no ambiente para a sua sobrevivência. Isto quer dizer que a implantação do empreendimento no sítio de Aritaguá tem menos potencial de gerar alterações na composição da vegetação no entorno do sítio do empreendimento, ao passo que na margem esquerda, na região da Ponta da Tulha, a implantação do mesmo empreendimento traria forçosamente modificações estruturais importantes na dinâmica hídrica, com reflexos diretos na composição da vegetação e da fauna no entorno do projeto,

3.2.5 Síntese da Comparação entre os Sítios de Ponta da Tulha e Aritaguá em Termos da Complexidade Ambiental e Hídrica

Em resumo, trata-se de demonstrar que os sítios da margem esquerda (Ponta da Tulha) e da margem direita do rio Almada (Aritaguá) apresentam características geológicas, geomorfológicas, hidrológicas, hidrogeológicas, vegetacionais e de fauna completamente diferentes, de tal modo que não é possível atribuir a um sítio as mesmas características do outro sítio, apesar da pequena distância que separa as duas áreas. Da mesma forma, os dois sítios apresentam um grau de vulnerabilidade e sensibilidade completamente distinto em relação ao empreendimento, sendo o sítio de Aritaguá um local com menor potencial de geração de impactos relevantes nos sistemas hídricos, bem como para a flora e para a fauna em comparação com a alternativa da Ponta da Tulha.

Trata-se agora de compreender como se dará o impacto decorrente da implantação do empreendimento no sítio de Aritaguá, a partir do entendimento das condicionantes hidrológicas e o seu comportamento atual, e que alterações podem ser esperadas com a implantação do projeto no local. Este é o assunto do próximo capítulo deste documento.

4. CONECTIVIDADE HIDRICA NO SITIO DE ARITAGUA

Em primeiro lugar é preciso compreender qual é a dinâmica hidrológica e hidrogeológica do terreno pretendido para a implantação do projeto em Aritaguá, para depois definir quais serão as possíveis alterações a serem trazidas com a implantação do projeto neste local.

4.1 SUB-BACIAS AFETADAS PELO PROJETO

4.1.1 Aspectos Fisiográficos

O sítio de Aritaguá está localizado sobre uma região de relevo movimentado que condiciona a ocorrência de três sub-bacias hidrográficas bem definidas contribuintes ao rio Almada. Estas foram denominadas de vertente oeste, norte e leste, conforme apresentado na **Figura 4.1**.

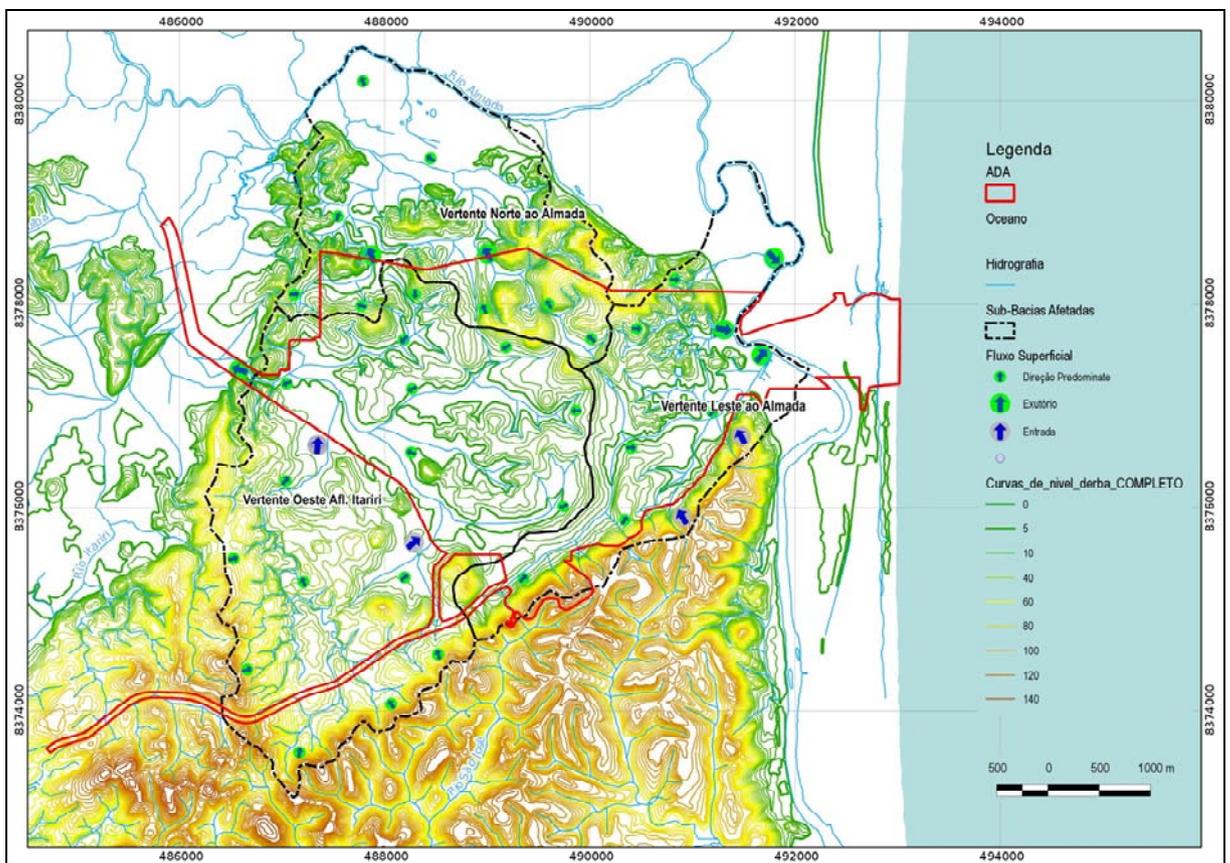


Figura 4.1 - Apresentação da Área Diretamente Afetada (ADA) do Empreendimento, Justaposta sobre as Três Sub-bacias Contribuintes ao Rio Almada

Quadro 4.1 - Dados das Sub-bacias na ADA do Empreendimento

Nome	Área afetada	Foz/Exutório	Área Total da Sub-bacia (km ²)	Fração da Bacia Afetada (km ²)	Área na ADA (km ²)	Fração da ADA
Vertente Oeste	Ocupação parcial da sub-bacia	Rio Itariri - Afluente do rio Almada	11,912	49%	5,617	48%
Vertente Leste	Ocupação parcial da sub-bacia do rio Jundiá	Margem direita do rio Almada	5,501	23%	3,635	31%
Vertente Norte	Ocupação parcial da sub-bacia	Margem direita do rio Almada	5,933	25%	1,574	13%
Área Difusa Costeira	Entre o rio Almada e o Litoral	Rio Almada e oceano Atlântico	0,85	4%	0,85	7%
Totais	-	-	24.196	100%	11.676	100%

Fonte: Equipe Hydros, 2012

A sub-bacia da vertente norte, com área total de 5,93 km², terá apenas 13% de sua área afetada pelas ações de impermeabilização e compactação do terreno associadas com a implantação do empreendimento. Esta deságua diretamente no rio Almada. A sub-bacia da vertente leste tem área total de cerca de 5,50 km² e terá cerca de 31% da sua área ocupada pelas instalações do empreendimento. Esta área é atualmente drenada por pequenos rios afluentes que drenam diretamente para o rio Almada.

A sub-bacia da vertente oeste tem área total de 11,91 km² e cerca de 48% desta área será ocupada pelas instalações do empreendimento. Esta comporta a maior parte dos terrenos destinados a intervenção das obras do Porto. Esta sub-bacia apresenta um escoamento convencional, onde parte das águas precipitadas infiltram enquanto que os excedentes escoam para áreas mais baixas do relevo direcionados por uma rede de drenagem superficial bem definida e condicionada pelo relevo. As águas subterrâneas encontram o limite entre o manto de alteração do solo e a camada impermeável (argila e silte compactados) e fluem nas mesmas direções que as drenagens superficiais. Esta bacia tem um ponto de deságue bem delimitado, sendo contribuinte do rio Itariri, logo à montante do seu encontro com o rio Almada.

Nesta sub-bacia os talwegues são curtos, com declividade moderada a alta, em solos argilosos e de escoamento rápido. Os vales são de fundo plano e rio com padrão dendrítico com fluxo linear bem definido, em solos sujeitos a alagamento temporário em épocas de chuvas intensas. No seu trecho final o vale apresenta um estreitamento atravessando uma serra através de uma garganta estreita que corresponde a um ponto de controle fluvial (**Figura 4.2**). A partir desse trecho, seguindo para oeste, deságua em uma área de relevo plano, parcialmente embrejada, baixo curso do rio Itariri, afluente do rio Almada. A conexão, portanto, entre a bacia da vertente oeste e a área do baixo Itariri ocorre através deste estreito.



Figura 4.2 - Ponto de Saída da Drenagem da Sub-bacia da Vertente Oeste na ADA do Empreendimento, Mostrando a Passagem da Drenagem entre Elevações Topográficas

Toda a água drenada na bacia, seja ela de origem superficial ou subterrânea pouco profunda, passa por este ponto de controle. A partir deste estreitamento, o relevo se torna plano, com vale amplo, ocupado por áreas de pastagens, onde o rio adquire um traçado meandrante com eventuais áreas alagadiças de ocorrência dispersa associadas a antigos meandros do rio Itariri.

Na área plana a oeste o rio apresenta muito baixa energia de escoamento e transporte, com diversos meandros abandonados que formam áreas deprimidas onde a água se acumula, por vezes formando lagoas e brejos permanentes onde se instala uma vegetação hidrófila típica.

Toda a área drenada na bacia do rio Itariri, incluindo a sub-bacia da vertente oeste, deságua na margem direita do rio Almada, a montante da localidade de Urucutuca. Neste trecho, a estrada Urucutuca-Vila Olímpio (BA-648) está instalada sobre um aterro que corta o trecho final do rio Itariri, condicionando todo o escoamento superficial seja direcionado para uma ponte nas proximidades da comunidade de Urucutuca. Assim a conexão entre o terço inferior da bacia do Itariri com a planície do rio Almada se faz através de um ponto de controle fluvial que é representado pela ponte (**Figura 4.3**).



Fonte: Google Earth, 2012.

Figura 4.3 - Confluência do Rio Itariri com o Rio Almada em Urucutuca, Ilhéus

Com base nestes dois pontos de controle fluvial, caracterizados pelo estreito da sub-bacia da vertente oeste e ponte do Itariri em Urucutuca, pode-se definir três compartimentos distintos quanto a padrões de escoamento das águas. A bacia hidrografia bem definida da vertente oeste, onde estarão instaladas as estruturas do porto; as áreas planas e parcialmente alagadas do terço inferior do rio Itariri, mais a oeste, e a planície do rio Almada inserida no contexto da planície costeira.

O processo escoamento na sub-bacia da vertente oeste se mostra confinado e muito controlado pelo relevo, tanto que a drenagem principal ocorre de leste para oeste, contrária a tendência geral oeste-leste da zona costeira, desaguando na planície do rio Itariri, que por sua vez drena na direção preferencial norte até a confluência com o rio Almada.

Esta configuração em compartimentos com padrões de escoamento diferenciados, delimitados por pontos de controle bem definidos, é distinto do que acontece na planície costeira da margem esquerda do rio Almada, área de Ponta da Tulha, onde ocorre uma forte interconectividade hídrica entre a lagoa Encantada, os mananciais subterrâneos, calha fluvial e a região estuarina, os quais estão bem definidos nem apresentam barreiras ou pontos de controle que definem limites precisos.

O ponto de controle é definido como uma barreira na continuidade do fluxo ou um ponto de convergência das vazões superficiais e subterrâneas, de tal modo tudo que ocorre a montante reflete no trecho de jusante. Entretanto o que ocorre a jusante não influencia de forma significativa o trecho de montante.

4.1.2 Aspectos Hidrológicos

Como já foi dito, a ADA ocupa parcialmente três sub-bacias na margem direita do rio Almada. A **Figura 4.1** e o **Quadro 4.1** mostram as três sub-bacias diretamente afetadas, as principais afluições do escoamento superficial dessas bacias em direção à ADA, as direções predominantes da drenagem superficial e os locais dos exutórios principais.

No EIA/RIMA do Porto Sul (HYDROS, 2011) foi apresentada no Tomo II, Item 1 - Diagnóstico Ambiental do Meio Físico, no item 1.6- Recursos Hídricos, uma análise do escoamento médio na bacia, da qual se concluiu que a vazão específica média é da ordem de 454 mm/ano. Com base nessa vazão específica foi estimado o volume médio escoado a partir das sub-bacias, como apresentado no **Quadro 4.2**.

Quadro 4.2 - Volume Anual Escoado nas Sub-bacias

Nome	Área Total da Bacia (km ²)	Área na ADA (km ²)	Volume Escoado Anual pela Sub-bacia (m ³)	Volume Escoado Anual na ADA (m ³)
Sub-bacia da Vertente Oeste	11,912	5,617	5.408.048	2.550.118
Sub-bacia da Vertente Leste	5,501	3,635	2.497.454	1.650.290
Sub-bacia da Vertente Norte	5,933	1,574	2.693.582	714.596
Área Difusa entre Almada e Litoral	0,85	0,85	385.900	385.900
Totais	24,196	11,676	10.984.984	5.300.904

Fonte: Equipe Hydros, 2012

A vazão média anual produzida pelas sub-bacias totaliza 348 L/s, das quais 168 L/s provêm da ADA. A seguir apresenta-se uma descrição da circulação da água em cada sub-bacia.

- Área Difusa Costeira

A Área Difusa Costeira é a única sub-bacia considerada totalmente incluída na ADA. Esta corresponde ao extremo leste da área que compõe o pequeno trecho de planície litorânea em frente ao mar. O escoamento é predominantemente subterrâneo e difuso, aproximadamente perpendicular ao rio Almada e à linha da costa atlântica, conforme o esquema apresentado na **Figura 4.4**.



Figura 4.4 - Esquema Conceitual do Ciclo Hidrológico na Área Difusa Costeira

- Sub-bacia da Vertente Leste

A sub-bacia da vertente leste compreende a bacia do curso d'água principal (aproximadamente 375 ha) e mais dois cursos d'água paralelos (100 ha e 75 ha), todos com foz no rio Almada, como observa-se na **Figura 4.1**, já apresentada. Os dois cursos hídricos maiores tem suas bacias predominantemente incluídas na ADA. Somente a área de nascentes do curso menor encontra-se no interior da ADA; o restante da sub-bacia apresenta rede de drenagem pouco definida.

No limite sul desta sub-bacia predomina o escoamento superficial condicionado pelo relevo, inclusive o curto trecho superior. No trecho médio, com aproximadamente 3,5 km, o

escoamento é predominantemente subterrâneo. O escoamento nos últimos 1,1 km de extensão até a foz é controlado pela oscilação de níveis do no rio Almada.

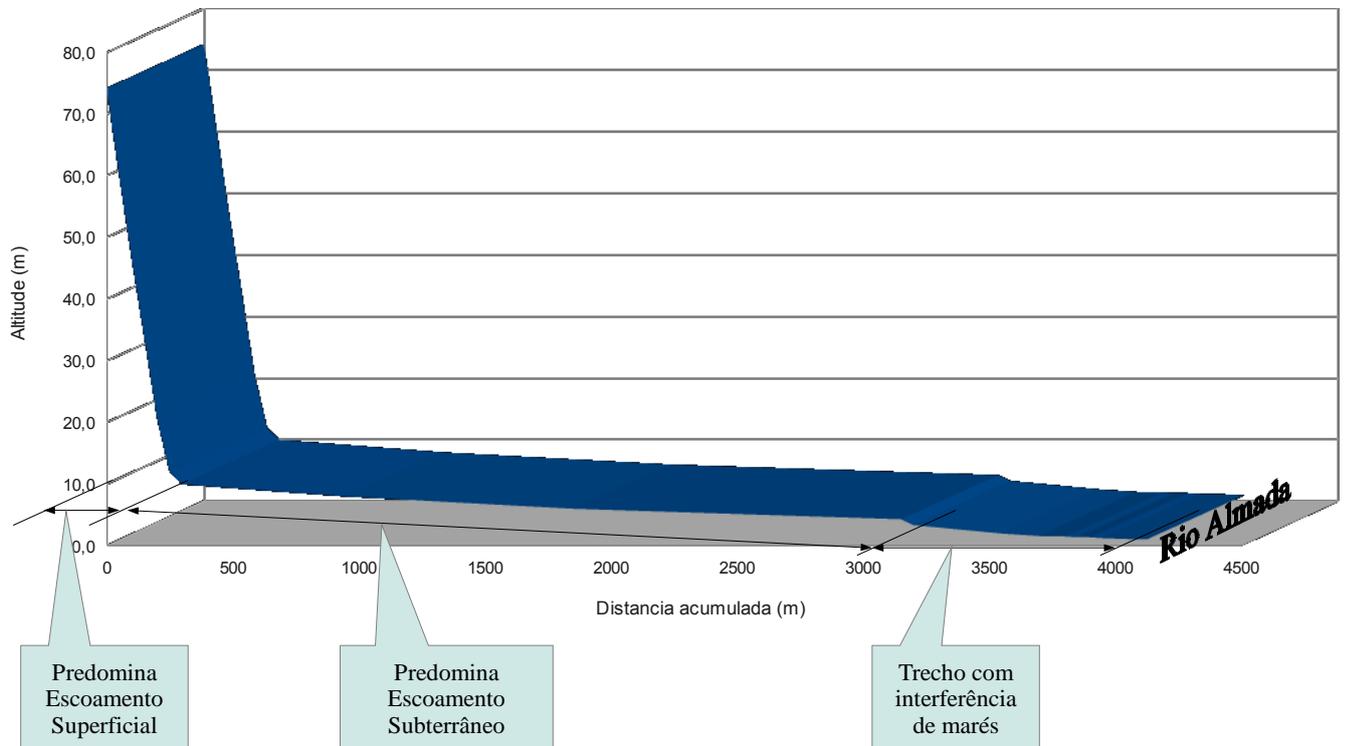


Figura 4.5 - Perfil Aproximado do Curso Principal da Sub-bacia da Vertente Leste

Os argissolos ocupam as partes mais elevadas desta sub-bacia e observa-se uma segregação da textura dos mesmos, variando de média/argilosa nas áreas de relevo ondulado para argilosa/muito argilosa nas áreas de relevo suave ondulado. O modelo hidrogeológico conceitual, considerou estas áreas como de escoamento predominantemente superficial.

Nas áreas mais baixas, onde o solo permanece saturado a maior parte do ano, ocorrem os gleissolos. Nesses solos, o lençol freático apresenta-se muito próximo da superfície. Junto à margem do rio Almada foi identificada uma pequena extensão de espodossolo humilúvico.

No modelo hidrogeológico conceitual, os gleissolos, os espodossolos foram considerados parte da Unidade Hidrogeológica A - Sedimentos da Bacia do rio Almada, onde predomina o escoamento subterrâneo. Nessa unidade estão incluídas faixas de argissolos ao longo dos cursos principais (trechos perenes).

Nos topos elevados do limite sul, ocorrem algumas manchas reduzidas de latossolos, as quais correspondem aproximadamente à Unidade Hidrogeológica B - Sedimentos da Formação Barreiras disposta sobre as rochas do embasamento cristalino, que caracterizam áreas de recarga do aquífero.

- Sub-bacia da Vertente Norte

Esta sub-bacia compreende uma rede de drenagem principal e uma área de escoamento difuso junto a margem direita do rio Almada, entre Urucutuca e Sambaituba. A porção da sub-bacia

ocupada pela ADA limita-se a duas nascentes principais localizadas no extremo sul desta sub-bacia, onde o escoamento superficial é predominante, condicionado pelo relevo.

Repete-se o mesmo perfil edáfico, com argissolos nas áreas mais elevadas gleissolos nas baixadas. Nesta sub-bacia os argissolos também apresentam textura diferenciada com a altitude, variando de média/argilosa nos topos e argilosa a muito argilosa nas partes mais baixas.

- Sub-bacia da Vertente Oeste

A **Figura 4.1** e o **Quadro 4.1** (já apresentados) mostram que aproximadamente à metade desta sub-bacia (parcela de jusante) está incluída na ADA. Por sua vez, pouco menos da metade da ADA pertence a esta sub-bacia.

A parcela a montante da ADA concentra as nascentes do sul e sudoeste, reunidas em dois tributários de segunda ordem, afluentes pela margem esquerda do curso principal da sub-bacia. As nascentes são formadas por argissolos, onde predomina o escoamento superficial. Nos topos ocorrem recortes de solos predominantemente arenosos da Unidade Hidrogeológica B – Sedimentos do Grupo Barreiras, superpostos ao embasamento cristalino caracterizando áreas de recarga ao aquífero.

Ainda na parcela a montante da ADA, na nascente sudoeste ocorrem latossolos, formando áreas de recarga ao aquífero, menos permeáveis que as anteriores, porém mais extensas. Nessas áreas, o escoamento predominante é subterrâneo e controlado pelo relevo/drenagem. O padrão de drenagem nesta nascente é retangular, diferente do dendrítico, observado no restante das bacias. Trata-se da área recarga subterrânea mais importante de toda a bacia.

A parcela da bacia contida na ADA apresenta tipos e distribuição de solos semelhantes aos da Vertente Leste e da Vertente Norte. Ocorrem argissolos nas partes altas particularmente nascentes ao leste e norte, e observa-se a mudança de textura, de médio argiloso nos topos a argiloso/muito argiloso nas outras áreas. Nestas áreas de nascentes, o escoamento é predominantemente superficial.

Ainda na parcela da bacia contida na ADA, as áreas mais baixas (com declividade reduzida) são mais frequentes os gleissolos em função da frequência de saturação e a presença de lençol freático próximo à superfície. Essas áreas coincidem aproximadamente com o Domínio dos Sedimentos da Bacia do rio Almada onde predomina o escoamento subterrâneo.

4.1.3 Hidrogeologia

A geologia da área de Aritaguá é composta por rochas sedimentares do Grupo Almada, que afloram nas partes mais elevadas do relevo e, ocupando as áreas de fundos de vales, ocorrem depósitos sedimentares recentes caracterizados por sedimentos aluvionares acinzentados de composição variável (areia, silte e argila), ricos em matéria orgânica, terraços marinhos arenosos, depósitos flúvio-lagunares e flúvio-marinhos areno-lamosos. Adjacente ao limite sul da área ocorrem terrenos do embasamento cristalino parcialmente recobertos por sedimentos do Grupo Barreiras.

O sistema aquífero em superfície caracteriza-se como essencialmente granular, podendo ser localmente misto (granular/fissural), livre a semi confinado com nível d'água variável de

aflorante, nos vales e áreas deprimidas, até 30 m de profundidade nas partes mais elevadas. Apresenta, uma permeabilidade intersticial variando de média a fraca em função das litologias atravessadas, das variações texturais existentes e da presença de sedimentos finos intercalados e/ou disseminados na sequência sedimentar, e do sistema de falhas e fraturas.

A recarga é feita a partir das águas meteóricas que infiltram nos solos residuais dos terrenos de altimetria mais elevada, desenvolvidos sobre os sedimentos do Grupo Almada e convergem para as partes mais baixas, exudando nas drenagens superficiais, ou se incorporando aos depósitos fluviais areno-argilosos.

Nos fundos de vale o sistema aquífero compreende depósitos fluviais, fluviomarinhos e marinhos indiscriminados que integram os terrenos baixos e planos de planície fluvial e litorânea, formados por sedimentos predominantemente areno-quartzosos, granulação fina a média, envolvendo intercalações de níveis lamosos (argilo-siltosos) orgânicos e cascalhosos subordinados, mal a não consolidados e de espessura variável.

A direção de escoamento do aquífero livre é condicionada pela topografia e caimento das vertentes seguindo a direção dos vales em analogia às águas superficiais. O caminho preferencial da água em subsuperfície ocorre preferencialmente no contato solo residual/rocha. Um fluxo secundário, menos significativo ocorre através de fraturas e falhas ou estratificação das rochas sedimentares, que também converge para os terrenos rebaixados dos fundos de vales. Em profundidade o fluxo obedece ao caimento das camadas, arranjo litoestratigráfico e direção das falhas e/ou fraturas que afetaram de maneira significativa as rochas da Bacia do Rio Almada.

Regionalmente caracteriza-se em níveis mais rasos a ocorrência de um sistema aquífero pouco profundo, livre, de rápida circulação, com uma superfície piezométrica que acompanha de forma grosseira a topografia da área, estando conectados aos sedimentos arenosos de fundo de vales que funcionam localmente como aquíferos e exutórios naturais. Nos níveis mais profundos ocorre um sistema aquífero confinado ou semi-confinado associados ao sistema de falhas e fraturas ou a sedimentos areno-cascalhosos relacionados a sequências sedimentares do Grupo Almada.

Ensaio de perda d'água executados entre a área que está prevista a instalação do pátio da BAMIN e a áreas de estoque de minério de ferro confirmam a previsão de que as rochas sedimentares da bacia do Almada são de muito baixa permeabilidade e que a movimentação das águas subterrâneas ocorre nos níveis mais superficiais, em solo residual, sobretudo no contato solo/rocha quando em áreas elevadas, ou nos delgados depósitos recentes de fundo de vale.

Os exutórios naturais se processam através de evapotranspiração e escoamento pela rede de drenagem natural, manifestadas através de nascentes que ocorrem na cabeceira dos vales e ao longo das vertentes e falésias que bordejam as áreas planas.

De forma geral a região apresenta baixa potencialidade de água subterrânea. Nos sedimentos da Bacia do Almada o sistema aquífero é heterogêneo, apresentando melhores possibilidades nos níveis arenosos e conglomeráticos aflorantes, cuja qualidade pode estar comprometida em função da composição das camadas atravessadas (intercalações de calcarenitos, calcilutitos, margas, ritmitos e turbiditos).

4.1.4 Morfologia e Relevo

A caracterização do relevo tem como foco a influência que exerce sobre os fenômenos e processos hidrológicos a nível de bacia e da hidráulica fluvial. O divisor d'águas de águas entre as três sub-bacias (excluindo a Área Difusa Costeira) varia entre 10 m a 120 m de altitude. As maiores elevações encontram-se no limite sul e as menores no limite norte.

A morfologia da ADA do empreendimento apresenta formas de topos abaulados e vertentes convexas, no segmento superior, e côncavo, nos segmentos inferiores, esculpidas sobre rochas sedimentares da bacia do Almada, especificamente nos sedimentos das Formações Itaparica, Candeias e Urucutuca em níveis altimétricos em torno de 25 a 65 metros.

Associadas à rede de drenagem, nas áreas de fundos de vale, ocorrem planícies fluvio-lagunares onde são registradas eventualmente áreas alagadiças e de baixa energia de transporte, receptora de sedimentos oriundos dos compartimentos mais elevados, predominando, portanto, processos de acumulação.

A rede de drenagem é fortemente controlada pela estrutura, fazendo com que a direção principal de escoamento ocorra de leste para oeste, marcada por uma inflexão brusca para norte, aportando no rio Almada.

A partir do rio Almada os vales que penetram na região de topografia mais elevada mostram-se largos de fundo chato e colmatados, apresentando bordas de declividade variável com desníveis médios da ordem de 30 metros entre o topo dos morros e a calha do rio.

Uma das características destas áreas de vales é a ocorrência de áreas embrejadas e de lagoas, relacionadas a uma baixa permeabilidade dos terrenos subjacentes, devido, sobretudo a alternância de pacotes argilosos impermeáveis ou parcialmente permeáveis típicos dos sedimentos da bacia do Almada.

A maior influência do relevo no controle do escoamento é observada nos trechos superior e inferior das três sub-bacias maiores. No trecho superior, as altas declividades tornam o escoamento principalmente superficial. No trecho inferior ocorrem efeitos de remanso, diferenciados para cada sub-bacia, como exposto a seguir.

A foz da Vertente Leste no rio Almada está localizada a aproximadamente 12 km do mar, num trecho com intensa influência das marés e intrusão de água de mar. Nesse trecho do rio, a largura média é da ordem dos 85 m, calha muito superior à necessária para a vazão média estimada em algo mais que 20 m³/s.

O encontro da Vertente Norte com rio Almada ocorre a aproximadamente 22 km do mar. Nesse local observa-se a influência do ciclo das marés, inclusive a mistura de água de rio com água de mar. Nesse trecho do rio, a largura média do rio é da ordem dos 35 m.

A distância da seção de saída da Vertente Oeste ao mar, medida ao longo do seu talvegue principal, o rio Itariri e finalmente o rio Almada em relação ao mar, é de aproximadamente 27 km. Nessa seção, a altitude do talvegue (em torno dos 3,5 m) e a conformação hidráulica de jusante (até a foz do rio Itariri no Almada) impedem a entrada de água de mar.

O talvegue a jusante da seção de controle até o rio Itariri e deste até a foz no rio Almada apresenta uma declividade muito reduzida e ocorre numa extensa área de terrenos alagados. A baixa energia disponível e a calha reduzida resultam num talvegue com capacidade hidráulica reduzida. Contudo, a foz da Vertente Oeste descarrega suas águas numa área submetida a remanso como consequência das enchentes do rio Almada e as do próprio rio Itariri.

O escoamento superficial e subterrâneo nas três vertentes é controlado pelo relevo principalmente nas áreas mais elevadas da bacia. Nas áreas com relevo ondulado e forte ondulado (declividade superior a 8%) predomina o escoamento superficial. Nas áreas de relevo plano a suavemente ondulado (declividade inferior a 8%) o escoamento subterrâneo é favorecido.

4.1.5 Síntese da Conectividade Hídrica

A partir dos levantamentos feitos considerando morfologia, relevo, hidrologia e hidrogeologia verifica-se que a área onde está postulada a implantação do rio Almada apresenta-se dividida em 4 compartimentos (sub-bacias) contribuintes com a margem direita do rio Almada. A integração dos dados de conectividade hídrica gerou o mapa de conectividade hídrica (**Figura 4.6**).

De acordo com as características destas sub-bacias, os fluxos hídricos tendem a correr próximos a superfície nas partes altas do terreno, acompanhando a topografia em direção aos exutórios para o rio Itariri (sub-bacia da vertente oeste) e o rio Almada (demais sub-bacias). Nas partes mais baixas do terreno os fluxos subterrâneos se intensificam, mas são rasos e seguem a topografia. Em termos hidrológicos, a sub-bacia de maior volume de contribuição é a oeste, que drena através de um ponto de controle bem definido para uma área rebaixada, no baixo curso do rio Itariri, afluente da margem direita do rio Almada. As contribuições hídricas advindas das sub-bacias norte e leste são mais modestas devido às menores áreas de drenagem. Finalmente, há ainda uma área difusa costeira, cuja hidrologia é controlada pelo rio Almada, pela intrusão salina superficial e subterrânea.

Cabe agora compreender de que maneira a implantação do projeto afeta a conectividade hídrica existente, e, por conseguinte, a biota a ela associada. Esse assunto é objeto do próximo capítulo.

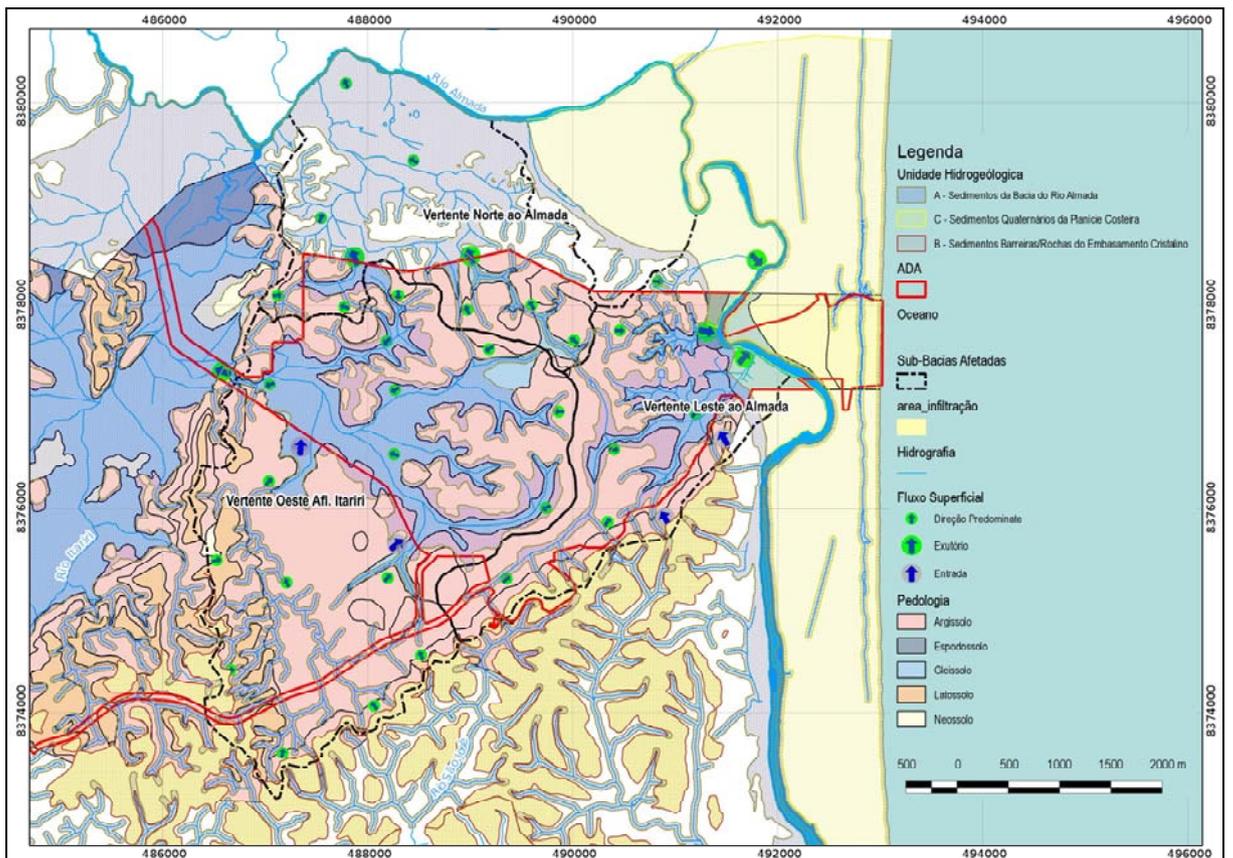


Figura 4.6 - Mapa de Conectividade Hídrica Mostrando os tipos de Solos, os Recursos Hídricos, os Pontos de Entrada e os Exutórios das Sub-bacias que Ocorrem na ADA do Empreendimento, Tributárias da Margem Direita do Rio Almada

5. INTERFERÊNCIAS DO PROJETO HIDROLOGIA E HIDROGEOLOGIA

5.1 INTERFERÊNCIAS DO PROJETO NAS VAZÕES MÉDIAS DO RIO ALMADA

A implantação da Infraestrutura do Porto Sul gerará uma mudança no regime hidrológico das bacias a serem ocupadas. A mudança esperada consiste na redução da infiltração decorrente da impermeabilização e compactação dos solos nas áreas efetivamente ocupadas com infraestrutura.

Esse processo é semelhante à urbanização, quando a cobertura vegetal é substituída por ruas, lotes, parques, redes de drenagem e outras obras que interferem diretamente com os principais fenômenos hidrológicos que controlam a circulação e o armazenamento da água de bacias hidrográficas.

A redução da infiltração da precipitação nas áreas de infraestrutura impõe alterações, também localizadas, sobre os fenômenos de armazenamento de água no solo, de percolação profunda, do armazenamento no aquífero e finalmente do fluxo subterrâneo (escoamento de base). A avaliação do avanço da impermeabilização e compactação do solo requer da análise das principais variáveis e parâmetros que controlam os fenômenos hidrológicos na bacia. A complexidade dos fenômenos envolvidos e a variação espacial e temporal dos parâmetros que descrevem a bacia hidrográfica atentam contra a precisão das estimativas.

Em bacias hidrográficas naturais os principais parâmetros e variáveis espaço-temporais estão associados com:

- A vegetação e o uso do solo - sua distribuição espacial na bacia e o seu ciclo vegetativo anual;
- O relevo - principalmente a declividade média da bacia;
- A geomorfologia - as formas regionais características, por exemplo, perfis de dissecação e rede hidrográfica;
- Os solos – principalmente as suas características físicas como textura, permeabilidade, profundidade e umidade antecedente aos eventos chuvosos;
- A hidrogeologia – que definem o limite da bacia hidrogeológica nem sempre coincidente com a bacia hidrográfica, as áreas de recarga, as áreas de fluxo, os exutórios, a capacidade de armazenamento subterrâneo e a condutividade hidráulica / transmissividade que condiciona o fluxo subterrâneo horizontal (ou fluxo de base), a sequência de camadas em profundidade que controlam o fluxo subterrâneo vertical (materiais aquíferos ou permeáveis, aquíferos ou pouco permeáveis, aquíferos ou impermeáveis) das quais depende a recarga vertical dos armazenamentos subterrâneos, a “memória do sistema” ou tempo médio de detenção da água subterrânea; e
- A intensidade típica dos eventos chuvosos.

Os métodos hidrológicos baseiam-se na seleção de um conjunto reduzido dos principais parâmetros que descrevem a bacia, descartando os outros. Esses parâmetros são estimados para uma distribuição espacial simplificada (valores característicos de zonas hidrológicas

homogêneas) ou concentrada (médias ponderadas para cada parâmetro que produzem uma resposta semelhante ao que ocorre na bacia hidrográfica).

A valoração mediante parâmetros dos processos e fenômenos na bacia e fundamentada em trabalhos de pesquisa da hidrologia básica. Esses trabalhos requerem de monitoramento das variáveis de entrada e saída (precipitação e vazão), bem como, do levantamento detalhado das características das bacias hidrográficas.

No Brasil, os estudos sobre o impacto da urbanização (impermeabilização e compactação dos solos) em bacias baseiam-se num número bastante reduzido de bacias monitoradas.

5.1.1 Metodologia

- **Coeficiente de Escoamento**

A metodologia adotada apoia-se na determinação do coeficiente de escoamento anual da bacia antes e depois da implantação do Porto Sul, de forma análoga ao apresentado por Tucci (2000).

São transcritos a seguir, os principais conceitos e formulações dessa publicação que foram utilizados nesta avaliação.

A equação básica que descreve o coeficiente de escoamento numa bacia com parte da área impermeabilizada é dada pela expressão a seguir.

$$C = \frac{C_p \cdot A_p + C_i \cdot A_i}{A_t} \quad (1)$$

Onde C é o coeficiente de escoamento médio da bacia hidrográfica; A_p é a área permeável da bacia; C_p é o coeficiente de escoamento da área permeável da bacia; A_i é a área impermeável da bacia; C_i é o coeficiente de escoamento da área impermeável da bacia; e A_t é a área total da bacia, igual à soma das áreas permeáveis e impermeáveis. A equação anterior pode expressar-se da seguinte forma.

$$C = C_p + (C_i - C_p) \cdot AI \quad (2)$$

Onde $AI = A_i/A_t$, ou seja, a fração de área impermeável da bacia hidrográfica.

No caso do Porto Sul, a bacia hidrográfica atual é praticamente toda permeável. Após a implantação do empreendimento haverá uma fração impermeável. No caso em estudo, a expressão anterior adquire um sentido temporal, como indicado a seguir.

$$C = C_{atual} + (C_{proj} - C_{atual}) \cdot AOE \quad (3)$$

Onde C_{atual} é o coeficiente de escoamento atual (permeável); C_{proj} é o coeficiente de escoamento do projeto (impermeabilizado por estradas, telhados, pilhas de minério, etc); AOE é a área ocupação efetiva com as obras do projeto expressa como a fração da área total da bacia hidrográfica.

Em Tucci (2000) apresenta-se um ajuste geral do coeficiente de escoamento médio da bacia obtido a partir de dados de eventos chuvosos observados em 11 bacias hidrográficas do sul do país, como transcrito a seguir.

$$C = 0,047 + 0,947 \cdot AI \quad (4)$$

Silveira (apud Tucci 2000) apresentou um estudo semelhante porém para o coeficiente de escoamento médio anual, em 5 bacias de Porto Alegre e chegou a expressão seguinte.

$$Ca = 0,27 + 0,72 \cdot AI \quad (5)$$

Comparando as duas expressões anteriores, Tucci concluiu que o coeficiente de escoamento anual das áreas permeáveis (0,27) é maior que o observado em eventos isolados (0,047). Essa constatação equivale a afirmar que o efeito da impermeabilização sobre o coeficiente de escoamento médio anual é menor.

Dos resultados anteriores, observa-se a necessidade de considerar o coeficiente de escoamento médio anual, como parâmetro para a avaliação do efeito da impermeabilização e compactação dos solos sobre os mananciais subterrâneos.

- **Recarga ao Aquífero**

A recarga ao aquífero foi estimada a partir da formulação do modelo hidrológico conceitual concentrado. Foi formulado um modelo hidrológico adaptado a cada condição analisada, considerando:

- A precipitação como variável de entrada,
- A infiltração e a percolação profunda como variáveis de circulação,
- A evapotranspiração como variável de perdas; e
- Os escoamentos superficial e subterrâneos como variáveis de saída.

Esse processo de análise está focado na percolação profunda, variável que estima a recarga aos mananciais subterrâneos.

5.1.2 Condição de Escoamento Atual

- **Coefficiente de escoamento**

Foi apresentado no VOLUME II, Item 1 - Diagnóstico Ambiental do Meio Físico, item 1.6 Recursos Hídricos, uma análise do escoamento médio na bacia, da qual se concluiu que a vazão específica média é da ordem de 454 mm/ano. A precipitação média na região é aproximadamente igual a 2.000 mm/ano, logo o coeficiente de escoamento médio anual é aproximadamente igual a 0,225. Como a porcentagem de área impermeável atual da bacia é desprezível, o coeficiente de escoamento calculado equivale ao coeficiente de escoamento de área permeável.

O coeficiente calculado é bastante próximo do apresentado por Silveira, (apud Tucci 2000), porém menor. A diferença pode ser atribuída ao aumento esperado da perda por evapotranspiração. De fato, existe na região certa proporção de solo coberto com espécies

vegetais de porte, que podem captar a água armazenada no solo a profundidades maiores que em coberturas vegetais típicas.

O clima é outro fator que favorece as perdas por evapotranspiração, quando comparado a estudos realizados no sul do país, devido a temperaturas médias mais elevadas e maior insolação.

- **Recarga ao Aquífero**

A **Figura 5.1** ilustra o modelo hidrológico conceitual para a condição atual (sem projeto).

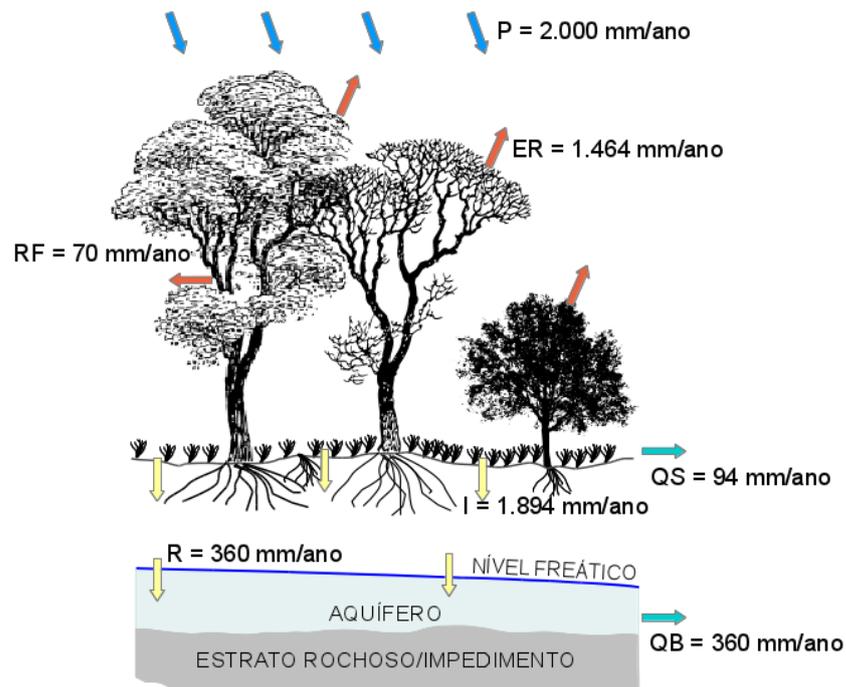


Figura 5.1 - Modelo Hidrológico Conceitual para a Condição Atual

A precipitação média na área de ocupação efetiva é de aproximadamente 2000 mm/ano. O escoamento superficial foi estimado com base na equação (4) apresentada por Tucci (2000), que admite para zonas rurais permeáveis, um escoamento médio dos eventos chuvosos aproximadamente igual a 4,7%.

$$Q_s = 0,047 * P = 0,047 * 2.000 = 94 \text{ mm/ano}$$

A infiltração para o interior do solo também foi estimada com base na equação (4) (Tucci, 2000), quem estimou essa parcela em 94,7%.

$$I = 0,947 * P = 0,947 * 2000 = 1.894 \text{ mm/ano}$$

A perda de água para a atmosfera foi admitida igual à evapotranspiração real calculada para a localidade de Ilhéus, cujo valor é igual a 1.464 mm/ano, como consta no balanço hídrico estimado para a cidade de Ilhéus, apresentado nos estudos de Clima, Tomo II, Volume 1 do Estudo de Impacto Ambiental (HYDROS, 2011). Portanto, a água disponível no interior do solo para percolação profunda foi calculada como igual a:

$$Rd = I - ER = 1.894 - 1464 = 430 \text{ mm/ano}$$

As perdas iniciais decorrentes pela retenção d'água na folhagem e em depressões no terreno foi calculada como variável de ajuste como descrito a seguir. A estimativa de escoamento total para a bacia na condição atual é igual a 454 mm/ano. A percolação profunda mais o escoamento direto totalizam 524 mm/ano. O excedente entre o valor anterior e o escoamento total foi admitido como igual às perdas d'água iniciais.

$$RF = Rd + Qs - Qt = 430 + 94 - 454 = 70 \text{ mm/ano}$$

Logo, a percolação profunda foi corrigida, retirando a parcela de perdas iniciais.

$$R = Rd - RF = 430 - 70 = 360 \text{ mm/ano.}$$

A recarga média de água aos reservatórios subterrâneos foi estimada em 360 mm/ano.

5.1.3 Condição de Escoamento com o Projeto

A determinação do coeficiente de escoamento das áreas diretamente afetadas pelo Porto Sul foi calculada em função dos tipos específicos de ocupação efetiva da bacia, como ilustrados na **Figura 5.2**.

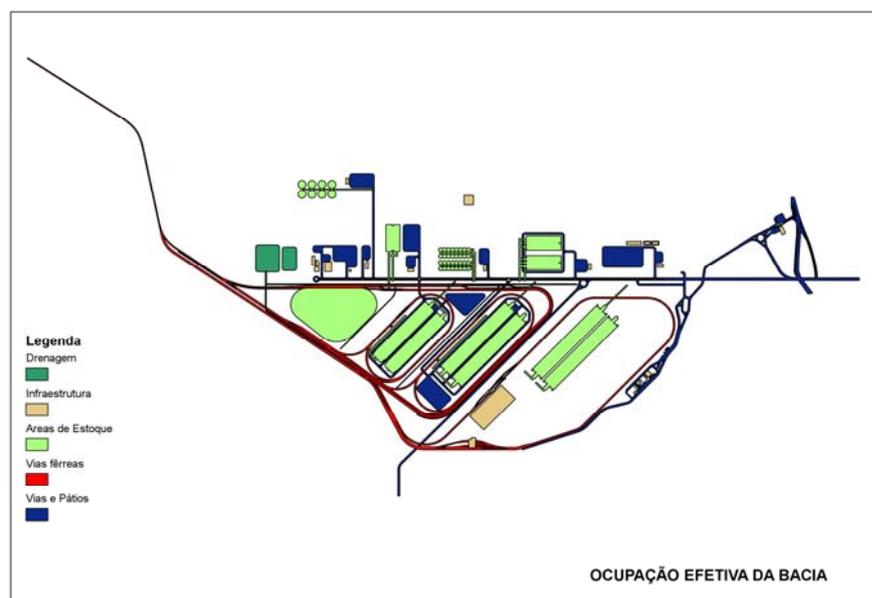


Figura 5.2 - Ocupação Efetiva da Bacia

As áreas de ocupação efetiva com obras lineares, como vias férreas, e estradas foram calculadas segundo faixas de 10 m de largura em torno dos respectivos eixos. Nas áreas de estoques e pátios foram consideradas as áreas das envolventes afastadas em mais 5 m dos contornos externos das plantas projetadas. As áreas destinadas às obras de infraestrutura foram definidas a partir dos contornos externos simplificados.

O efeito esperado pela impermeabilização e compactação do solo foi avaliado em três espaços geográficos, a saber:

- Área de ocupação efetiva ou diretamente afetada pelas obras;
- Sub-bacias diretamente afetadas
- Sub-bacias indiretamente afetadas

O objetivo dessas avaliações é ilustrar a progressão na atenuação do impacto da obra na medida que se aumenta a área de análise. Não foi avaliado o efeito sobre a bacia total do rio Almada pois o efeito sobre as sub-bacias indiretamente afetadas resultou muito reduzido.

- **Área de Ocupação Efetiva**

O **Quadro 5.1** apresenta as áreas de ocupação efetiva do empreendimento. Essa ocupação foi classificada em grupos com características hidrológicas homogêneas, para os quais foram selecionados os coeficientes de escoamento de projeto, a partir de publicações e trabalhos de pesquisa.

Quadro 5.1 - Cálculo do Coeficiente de Escoamento Médio Anual na Área de Ocupação Efetiva

Categoria de Uso da Bacia	Uso Equivalente	AOE (ha)	Catual	Cproj	Cproj - Catual	AOE*(Cproj - Catual)
Drenagem	área de contribuição direta	15,42	0,2250	1,0000	0,7750	11,9505
Infraestrutura	média da edificação muito densa (1)	15,51	0,2250	0,8250	0,6000	9,3060
Vias Férreas	solo compactado (2)	61,12	0,2250	0,6000	0,3750	22,9200
Vias e Pátios	cimento e asfalto (2)	102,60	0,2250	0,9000	0,6750	69,2550
Áreas de Estoque	cimento e asfalto (2)	134,10	0,2250	0,9500	0,7250	97,2225
Totais		328,75	-			210,65
Médias		-	0,2250			0,6408

Fonte: Equipe Hydros, 2012

A área de ocupação efetiva soma aproximadamente 328,8 ha. O coeficiente de escoamento médio das bacias com o empreendimento foi calculado através da expressão seguinte.

$$C = Catual + \frac{1}{ABH} \sum_{i=1}^{i=5} (Cproj_i - Catual) \cdot AOE_i$$

Onde ABH é a área da bacia hidrográfica total em ha; $Cproj_i$ é o coeficiente de escoamento da categoria de uso i ; $Catual$ é o coeficiente de escoamento anterior à implantação do Porto Sul (constante); e AOE_i é a área de ocupação efetiva da categoria i em ha.

Para esta análise, a ABH é igual às somas das AOE_i . O **Quadro 5.1** (apresentado acima) exprime as áreas de ocupação efetiva e estimadas para o Porto Sul; os coeficientes de escoamento para a condição com projeto; os incrementos ao coeficiente de escoamento

originados nessas áreas ocupadas. Na última coluna do mesmo quadro é apresentado o incremento do coeficiente de escoamento médio anual das áreas de ocupação efetiva estimado para a condição de projeto, que resultou igual a 0,6408.

O coeficiente de escoamento médio nas áreas de ocupação efetiva resultou, aproximadamente igual a 0,866, ou seja, 285% de incremento da condição natural. Este coeficiente é significativamente elevado, como esperado, uma vez que se trata exclusivamente da área impermeabilizada ou sujeita a compactação. É importante ressaltar que este coeficiente de incremento de escoamento aplica-se exclusivamente aos trechos da ADA que sofreram processos de impermeabilização ou compactação, em efetivo os 328,75 hectares que compõem as áreas impermeabilizadas.

- **Recarga ao Aquífero**

A **Figura 5.3** mostra o modelo conceitual do balanço hídrico médio anual nas áreas de ocupação efetiva.

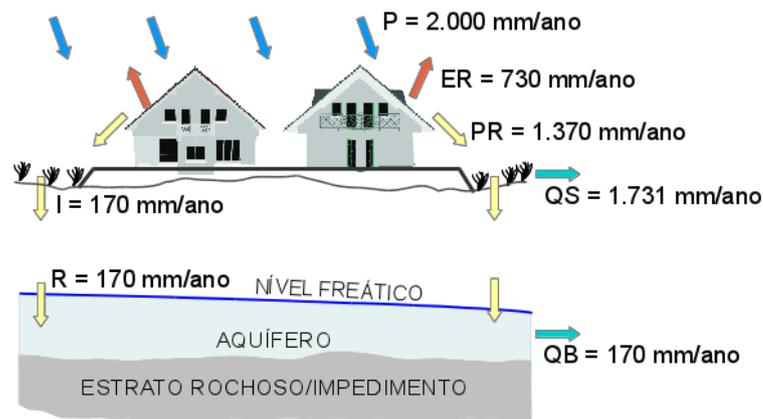


Figura 5.3 - Modelo Conceitual do Balanço Hídrico nas Áreas de Ocupação Efetiva

A parcela da precipitação perdida para a atmosfera na forma de evaporação depende da intensidade da chuva. A partir dos dados diários da série de precipitações de Ilhéus foi determinada a curva de permanência, como ilustra o **Quadro 5.2**.

Quadro 5.2 - Determinação da Evaporação Média Anual com Projeto

Permanência	Precipitação (mm/dia)	Precipitação Média (mm/dia)	NDPacum	NDP	Evaporação Real
0,01	60	60	3	3	12
0,025	40,6	50,3	9	6	24
0,05	27,6	34,1	18	9	36
0,1	16,9	22,25	36	18	72
0,2	8,3	12,6	73	37	148
0,3	4,4	6,35	109	36	144
0,4	2,2	3,3	146	37	122
0,5	0,8	1,5	182	36	54
0,6	0	0,4	219	37	0
0,7	0	0	255	36	0
Totais				365	613

Fonte: Equipe Hydros, 2012

A permanência foi transformada em número médio de dias com precipitação acumulado (NDPacum) multiplicando a permanência vezes o número de dias do ano (365), arredondado para o inteiro. O número médio de dias com precipitação (NDP) foi calculado como a diferença entre dois valores consecutivos NDPacum. Para cada NDP existe uma precipitação média associada.

A evaporação média diária (valor potencial) foi admitida como igual ao quociente entre a evapotranspiração média anual e o número de dias do ano, cujo valor resultou igual a 4,01 mm/dia.

A evaporação real de cada intervalo de frequência foi admitida como igual ao produto da evaporação média vezes o NDP, quando a precipitação média diária é superior à evaporação diária. Senão, a evaporação foi calculada como o produto da precipitação média diária vezes NDP. Finalmente, a evaporação média anual foi calculada como a soma das evaporações dos intervalos de frequência cujo valor foi igual a 613 mm/ano. A precipitação remanescente foi calculada subtraindo a evaporação da precipitação.

$$PR = P - EV = 2000 - 613 = 1.387 \text{ mm/ano}$$

À precipitação remanescente foi aplicado o coeficiente de escoamento com projeto, de onde obteve-se a precipitação efetiva, aqui admitida igual ao escoamento superficial das áreas de ocupação efetiva.

$$Pe = QS = C \cdot PR = 0,866 \cdot 1.387 = 1.201 \text{ mm/ano}$$

A infiltração foi calculada como o valor complementar da precipitação, como indicado na expressão a seguir:

$$I = PR - QS = 1.387 - 1.201 = 186 \text{ mm/ano}$$

Essas áreas imediatas e de canais são desprovidas de vegetação, assim foi considerada que a água já infiltrada para o interior do solo não estaria submetida a perda por evapotranspiração. Com base na consideração anterior, a recarga profunda ao aquífero foi estimada igual à infiltração, ou seja,

$$I = T = 186 \text{ mm/ano.}$$

- **Redução da recarga ao Aquífero**

A redução da Recarga ao Aquífero pelo Porto Sul na Área Efetivamente Ocupada pelo projeto, que é de 328,75 há, foi estimada através da expressão a seguir.

$$DT = T_{\text{atual}} - T_{\text{proj}} = 360 - 186 = 175 \text{ mm/ano}$$

O volume reduzido foi estimado como:

$$DVT = DT \cdot A = 0,175 \text{ m} \cdot 3.287.500 \text{ m}^2 = 575.313 \text{ m}^3/\text{ano}$$

Essa redução equivale a uma redução da vazão média de aproximadamente 18 L/s.

5.1.4 Sub-Bacias Diretamente Afetadas

- **Coefficiente de escoamento**

O **Quadro 5.3**, análogo ao anterior, apresenta o cálculo do coeficiente de escoamento para as sub-bacias diretamente afetadas. A disposição relativa das sub-bacias em relação à infraestrutura principal do Porto Sul é ilustrada na **Figura 5.4**.

Quadro 5.3 - Cálculo do Coeficiente de Escoamento Médio Anual na Área de Ocupação Efetiva

Categoria de Uso da Bacia	Uso Equivalente	AOE (ha)	Catual	Cproj	Area Impermeável	(Cproj-Catual)*AI
Drenagem	área de contribuição direta	15,42	0,2250	1,0000	0,0066	0,0051
Infraestrutura	média da edificação muito densa (1)	15,51	0,2250	0,8250	0,0066	0,0040
Vias Férreas	solo compactado (2)	61,12	0,2250	0,6000	0,0261	0,0098
Vias e Pátios	cimento e asfalto (2)	102,60	0,2250	0,9000	0,0438	0,0296
Áreas de Estoque	cimento e asfalto (2)	134,10	0,2250	0,9500	0,0572	0,0415
Totais		328,75	-		0,1403	0,0899
Médias		-	0,2250			

Fonte: Equipe Hydros, 2012

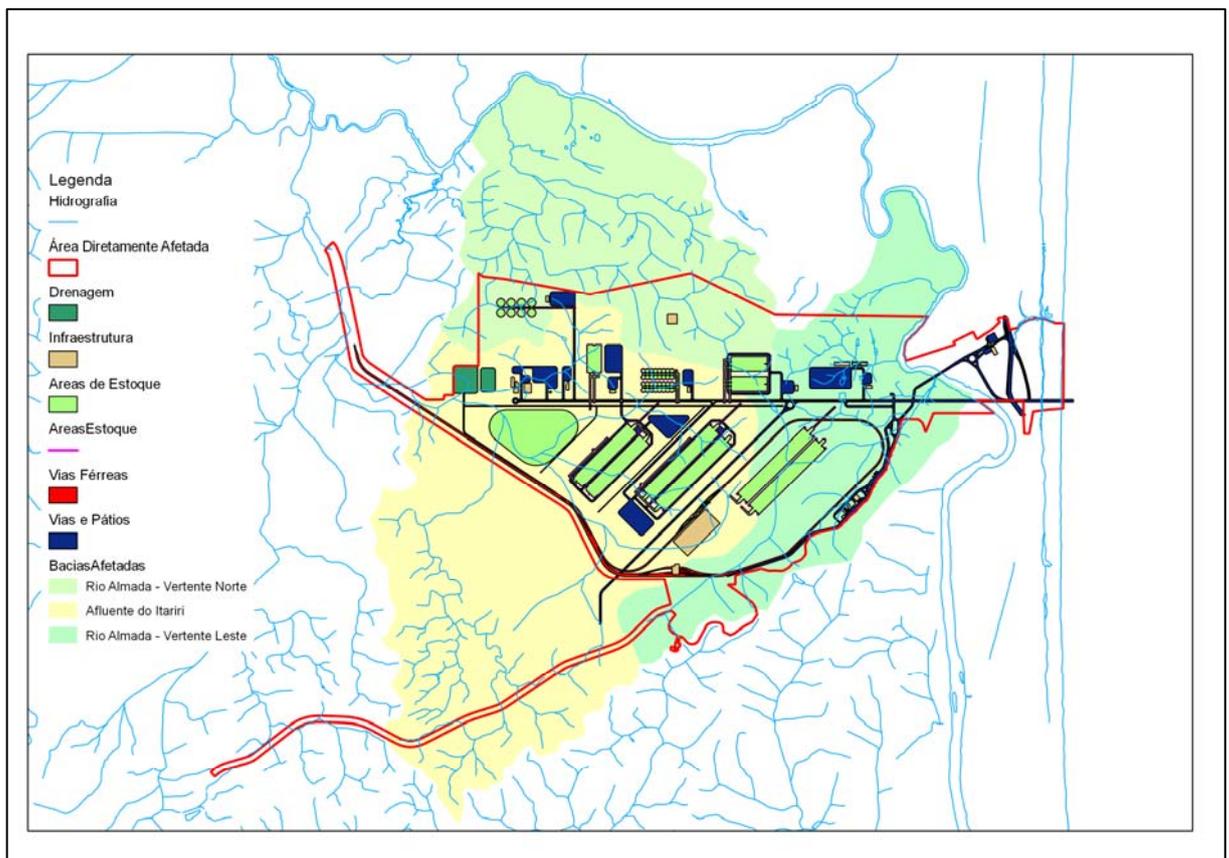


Figura 5.4 - ADA e Sub-bacias Afetadas pela Impermeabilização e Compactação do Terreno

Essa ocupação foi classificada em grupos com características hidrológicas homogêneas, para os quais foram selecionados os coeficientes de escoamento de projeto, a partir de publicações e trabalhos de pesquisa. A área de ocupação efetiva soma aproximadamente 328,8 ha e a área total das sub-bacias diretamente afetadas é igual 2.343 ha.

O coeficiente de escoamento médio das bacias com o empreendimento foi calculado através da expressão seguinte.

$$C = C_{atual} + \sum_{i=1}^5 (C_{proj_i} - C_{atual}) \cdot AI_i$$

Onde AI_i é a fração de área impermeável da categoria i em relação à área da sub-bacia. A parte inicial do **Quadro 5.3** (apresentado acima) apresenta novamente as informações das áreas de ocupação efetiva e nas duas últimas colunas são apresentadas a área impermeável de cada categoria (como uma fração da soma das áreas das sub-bacias) e o incremento do coeficiente de escoamento originado pela impermeabilização vezes a fração de área impermeável.

Nas sub-bacias diretamente afetadas, o incremento do coeficiente de escoamento médio anual foi estimado em 0,0899, elevando o coeficiente de escoamento natural de 0,225 para 0,3149 esperado após a implantação do Porto Sul. A estimativa com projeto equivale a um aumento do coeficiente de escoamento de praticamente 40%. Esse incremento relativo é sensivelmente menor ao observado nas áreas de ocupação efetiva. Ou seja, em função da implantação das estruturas do projeto, o aumento do escoamento superficial das águas nas 4 sub-bacias que

contribuintes à margem direita do rio Almada (sub-bacia da vertente oeste, norte, leste e área difusa) será de 40% em relação ao escoamento atual dessa área de 2.343 hectares.

5.1.5 Sub-Bacias Indiretamente Afetadas

Utilizando-se a mesma lógica acima, apresenta-se o cálculo do coeficiente de escoamento para as sub-bacias do rio Almada indiretamente afetadas. Estas sub-bacias ocupam a margem direita do rio Almada entre a Foz de seu afluente, o riacho Itariri, ao norte da ADA e as sub-bacias que drenam na direção leste até aproximadamente a interseção do rio Almada com o limite sul da ADA. A área total das sub-bacias indiretamente afetadas é igual a 11.723 ha. As áreas de ocupação efetiva equivalem a 2,8% da área total das sub-bacias.

Quadro 5.4 - Áreas Efetivamente Ocupadas pelo Empreendimento, Agrupadas por Categorias

Categoria de Uso da Bacia	Uso Equivalente	AOE (ha)	Catual	Cproj	AI	(Cproj-Catual)*AI
Drenagem	área de contribuição direta	15,42	0,2250	1,0000	0,0013	0,0010
Infraestrutura	média da edificação muito densa (1)	15,51	0,2250	0,8250	0,0013	0,0008
Vias Férreas	solo compactado (2)	61,12	0,2250	0,6000	0,0052	0,0020
Vias e Pátios	cimento e asfalto (2)	102,60	0,2250	0,9000	0,0088	0,0059
Áreas de Estoque	cimento e asfalto (2)	134,10	0,2250	0,9500	0,0114	0,0083
Totais	-	328,75	-	-	0,0280	0,0180
Médias	-	-	0,2250	-	-	-

Fonte: Tucci, 2000; Wilken

O coeficiente de escoamento médio das sub-bacias com o empreendimento foi calculado de forma análoga ao das sub-bacias diretamente afetadas.

A parte inicial do **Quadro 5.4** (já apresentado) repete as informações das áreas de ocupação efetiva e nas duas últimas colunas estão contidas a área impermeável de cada categoria como, uma fração da soma das áreas das sub-bacias indiretamente afetadas, e o incremento do coeficiente de escoamento originado pela impermeabilização vezes a fração de área impermeável.

Nas sub-bacias indiretamente afetadas, o incremento do coeficiente de escoamento médio anual foi estimado em 0,0180, elevando o coeficiente de escoamento natural de 0,225 para 0,2430, esperado após a implantação do Porto Sul. Essa mudança esperada equivale a um incremento do coeficiente de escoamento de 8%, considerado pouco significativo para a bacia analisada.

Ou seja, o impacto da transferência do escoamento subterrâneo para superficial no trecho entre Urucutuca e Aritaguá será um incremento do coeficiente de escoamento médio de 8% neste trecho.

5.1.6 Interferências do Projeto com as Vazões de Cheias

Todas as avaliações do item precedente levaram em consideração os escoamentos e vazões médias. No entanto, uma questão é prever o que poderá ocorrer nos momentos de picos de precipitação ou de cheia do rio.

Para avaliar este possível impacto foi montado um modelo que contemplou a sub-bacia de maior expressão em termos de área ocupada e de área impermeabilizada pelo projeto. O critério da escolha foi a seleção do cenário de maior impacto possível, apresentado a seguir.

Como explanado anteriormente foram desenvolvidos dois modelos conceituais concentrados, um para a condição atual das sub-bacias e outro para as porções da afetadas pelo empreendimento.

Baseados nestes modelos e na série de precipitações diárias de Ilhéus foram estimadas as séries de deflúvios diários das sub-bacias. Os modelos conceituais simplificados conservam a continuidade e desconsideram os efeitos de amortecimento dos reservatórios superficial e subterrâneo. Dessas condições resultam séries simuladas de regimes de vazões não permanentes, onde a resposta das alterações nas áreas de ocupação efetiva é maximizada.

Baseados nestes modelos e na série de precipitações diárias de Ilhéus foram estimadas três séries de deflúvios diários, a saber:

- Série de deflúvios diários da sub-bacia da Vertente Oeste para o modelo conceitual do cenário atual;
- Série de deflúvios diários das Áreas de Ocupação Efetiva - AOE - do empreendimento (áreas impermeáveis e de solos compactados) para o modelo conceitual com projeto; e
- Série de deflúvios diários da sub-bacia da Vertente Oeste no cenário com Projeto.

A última série foi determinada como a média ponderada das duas séries de deflúvios anteriores, em função das frações da bacia ocupadas e não ocupadas pelo projeto, como indicado na expressão a seguir.

$$Q_{PROJ} = \frac{Q_{ATUAL} * A_{NOCUP} + Q_{AOE} * A_{OCUP}}{A_{NOCUP} + A_{OCUP}}$$

Onde Q_{PROJ} é a série de deflúvio diário da Vertente Oeste para o cenário com projeto; Q_{ATUAL} é a série de deflúvio diário da Vertente Oeste para o cenário atual; Q_{AOE} é a série de deflúvio diário da área de ocupação efetiva; A_{NOCUP} é a área da bacia não ocupada pelo projeto e A_{OCUP} é a área de ocupação efetiva do projeto.

O **Quadro 5.5** apresenta as curvas de permanência determinadas para as três séries de deflúvios. O incremento do deflúvio diário esperado pelo empreendimento foi calculado como a diferença entre os deflúvios diários dos cenários com projeto e atual. A última coluna mostra o incremento do deflúvio diário calculado como uma porcentagem do deflúvio do cenário atual respectivo.

Quadro 5.5 - Curvas de Permanência dos Deflúvios para a Vertente Oeste

Permanência	Deflúvio Diário do Cenário Atual	Deflúvio Diário da AOE	Deflúvio Diário do Cenário com Projeto	Incremento do Deflúvio Diário após Projeto	
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	%
100,0%	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00%
90,0%	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00%
80,0%	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00%
70,0%	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00%
60,0%	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00%
50,0%	0,2	0,0	0,2	-0,05	-21,93%
40,0%	0,6	0,0	0,5	-0,14	-21,93%
30,0%	1,2	0,3	1,0	-0,20	-16,67%
20,0%	2,2	3,8	2,5	0,35	16,14%
10,0%	4,5	12,0	6,1	1,65	36,79%
5,0%	7,3	22,2	10,6	3,26	44,45%
2,5%	9,9	31,5	14,6	4,72	47,58%
1,0%	15,3	50,7	23,1	7,76	50,70%

Fonte: Equipe Hydros, 2012

A **Figura 5.5** mostra as curvas de permanência dos deflúvios diários para os cenários atual e com projeto.

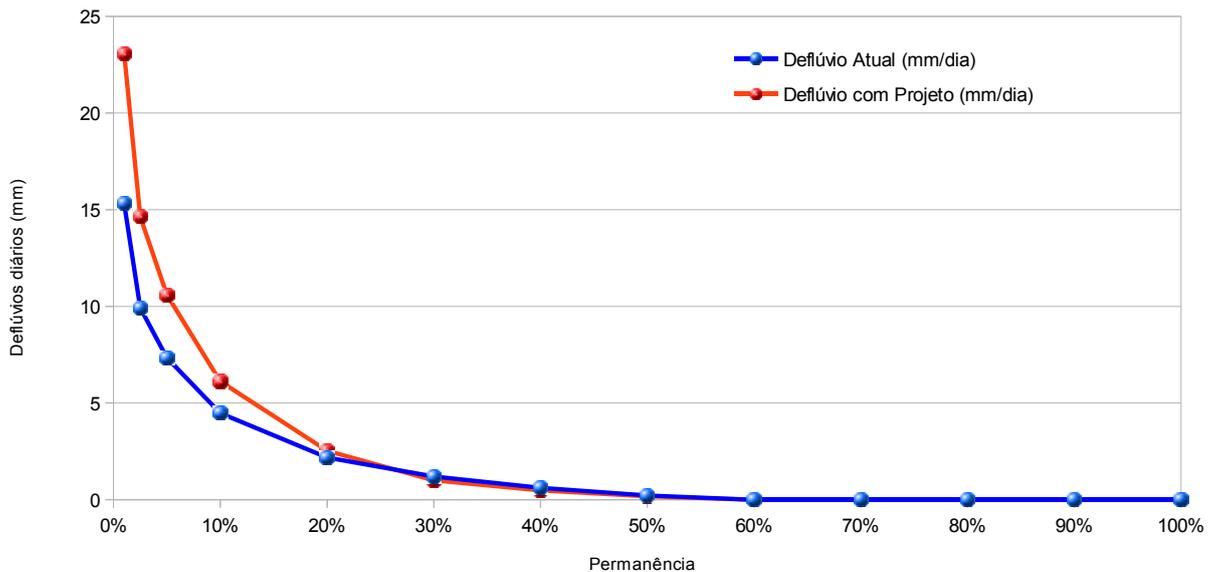


Figura 5.5 - Curvas de Permanência dos Deflúvios Diários do Cenário Atual e com Projeto

Para as permanências entre 30% e 50%, o incremento do deflúvio diário mostra uma pequena redução (valores negativos) como consequência da redução da recarga ao aquífero para o cenário com projeto.

O escoamento gerado a partir das áreas impermeabilizadas e solos compactados (área de ocupação efetiva) durante os eventos menos frequentes (chuvas mais intensas com permanências iguais ou inferiores a 20%), geram incrementos de deflúvios até 50% superiores ao correspondente na condição atual, como mostra a última coluna do **Quadro 5.5** já apresentado.

O impacto da impermeabilização no regime de cheias foi estimado com base na série de incremento dos deflúvios da Vertente Oeste sobre a planície do rio Itariri, a qual, numa segunda etapa foi transformada em incremento na cota de inundação dessas áreas alagáveis.

A avaliação envolveu uma série de considerações e hipóteses simplificadoras, para as quais foi adotado sempre um perfil conservador. O procedimento de cálculo envolveu os itens comentados a seguir.

- Áreas alagáveis

A região apresenta relevo plano e de baixa altitude (inferior a 5 m), onde o rio forma meandros associados a áreas alagadas originadas por trechos de paleoleitos. Durante as cheias, o nível dos talvegues eleva-se e alaga as áreas mais deprimidas do leito maior do rio Itariri. O microrrelevo muitas vezes coberto de vegetação impede a determinação convencional de áreas alagadas através de levantamentos topográficos convencionais.

Adotou-se como estimativa da área alagada aquela incluída na poligonal envolvente de 40 metros de largura tendo como eixo a rede hidrográfica. Essa poligonal foi limitada à porção afetada pela Vertente Oeste, como mostra a **Figura 5.6**, a qual possui uma área aproximada de 48,8 ha.

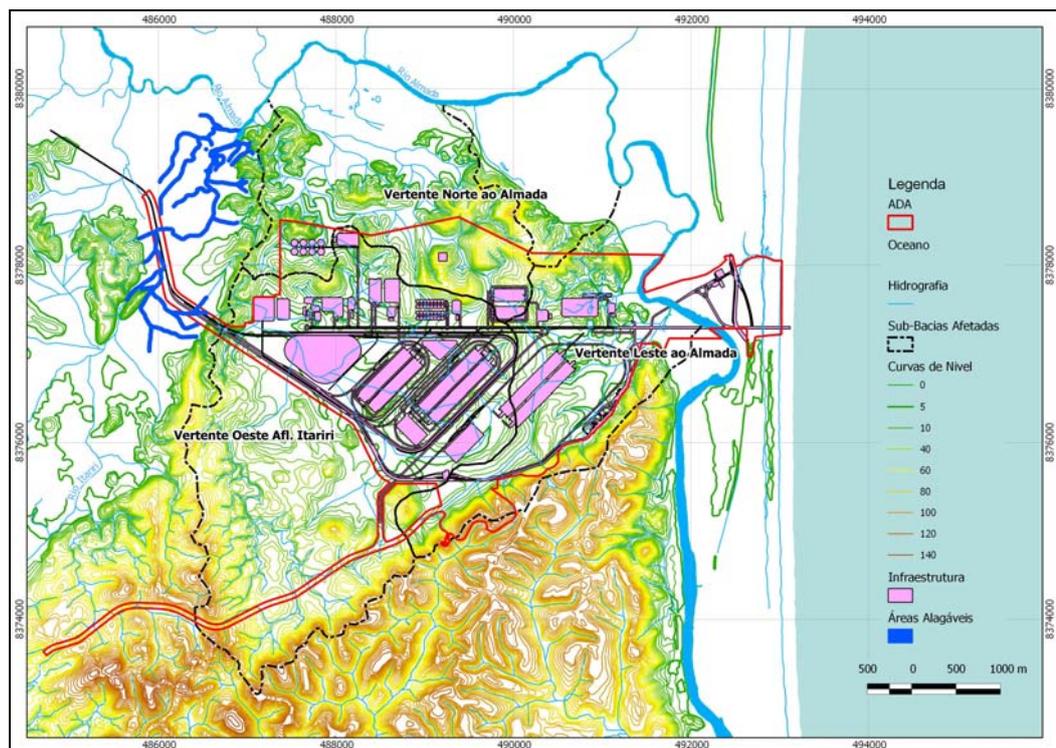


Figura 5.6 - Área Inundável Estimada na Planície do Rio Itariri, Afetada pelo Empreendimento

- Incremento da cota de alagamento

O incremento da cota de alagamento na planície afetada do rio Itariri foi estimada transformando os incrementos dos deflúvios diários da curva de permanência em armazenamentos temporários sobre as áreas alagáveis, considerando vazões de saída nulas no período de análise, neste caso igual a um dia.

A transformação dos incrementos de deflúvio em incrementos de cota de inundação foi estimada através do fator definido pelo quociente entre a área da sub-bacia da Vertente Oeste e as áreas alagáveis na planície afetada do rio Itariri, como indicado a seguir.

$$\Delta C_{alag} = \Delta Q_{PROJ} \frac{A_{VO}}{A_{ALAG}}$$

Onde ΔC_{alag} é o incremento da cota de alagamento; ΔQ_{PROJ} é o incremento do deflúvio da Vertente Oeste gerado pelo empreendimento; A_{VO} é a área total da Vertente Oeste; e A_{ALAG} é a área sujeita a alagamento na porção afetada da planície do rio Itariri.

Este procedimento de cálculo simplificado e conservador só fornece estimativas aceitáveis quando o valor esperado da variação da cota de alagamento, como neste caso, é muito reduzido e não se dispõe da relação cota - área - volume.

A transformação em questão foi aplicada aos incrementos de deflúvios diários constantes na curva de permanência, caracterizando a magnitude esperada da sobre-elevação da cota de alagamento e a respectiva frequência sazonal esperada.

O **Quadro 5.6** mostra as curvas de permanência (expressas em percentagem da extensão da série e do número de dias por ano no qual o valor é superado) do incremento de deflúvios originados pelo projeto e o incremento da cota de alagamento na planície do rio Itariri, no trecho afetado pelo empreendimento.

Quadro 5.6 - Curva de Permanência do Incremento do Deflúvio Originados pelo Projeto e o Incremento da Cota de Alagamento da Planície do Rio Itariri, Afluente do Rio Almada

Permanência	Número de Dias ao Ano	Incremento do Deflúvio Após Projeto (mm)	Incremento na Altura de Acumulação (mm)
100,0%	365	0,0	0,0
90,0%	328	0,0	0,0
80,0%	292	0,0	0,0
70,0%	255	0,0	0,0
60,0%	219	0,0	0,0
50,0%	182	0,0	-0,3
40,0%	146	-0,1	-0,9
30,0%	109	-0,2	-1,4
20,0%	73	0,4	2,4
10,0%	36	1,6	11,1
5,0%	18	3,3	22,0
2,5%	9	4,7	31,8
1,0%	3	7,8	52,3

Fonte: Equipe Hydros, 2012

O **Quadro 5.6** mostra que a sobre-elevação da cota do nível d'água nas áreas alagáveis a jusante da Vertente Oeste:

- Será superior a 5 cm em, no máximo 3 dias por ano (1% de permanência);
- Será superior a 2 cm em pouco mais 18 dias por ano (5% permanência);

De forma geral, as sobre-elevações encontradas são muito reduzidas e de baixa permanência. Por exemplo, a alteração calculada para o incremento de cota de inundação é:

- Muito inferior à gerada pela variação interanual da precipitação (anos chuvosos e anos secos); e
- Comparável à resolução dos registros de séries em réguas limnimétricas, normalmente igual a 1 cm.

Em resumo, o impacto da impermeabilização ocasionada pelo empreendimento no nível da água dos rios Itariri e Almada nos momentos de picos de chuvas será desprezível.

5.2 INTERFERÊNCIAS DO PROJETO NA HIDROGEOLOGIA

O processo de implantação das estruturas do empreendimento terá como consequência a redução da infiltração das águas no solo, como já foi explicado. Deste modo, ocorrerá uma transferência do fluxo subterrâneo (que é gradual) para o escoamento superficial instantâneo, cuja magnitude foi dimensionada no item 5.1. Contudo, além da redução nas taxas de

infiltração de águas de precipitação, também ocorrerá rebaixamento localizado do lençol, o qual é demonstrado a seguir.

Nas áreas de corte, na face do talude, ficarão expostos o horizonte de solo residual sobre a rocha alterada e rocha sã fraturada, podendo ocorrer exsudações ao longo desta superfície, na interseção do corte com a base do solo residual, com as superfícies de acamamento ou fraturas na rocha sã. Estas exsudações apresentam uma tendência a estabilização no ponto mais baixo do talude, com conseqüente rebaixamento do nível do freático e redução das velocidades de fluxo subterrâneo.

A **Figura 5.7** apresenta um perfil na área proposta para implantação dos silos de clinker mostrando o provável comportamento da superfície potenciométrica para uma área típica de corte. Observa-se o rebaixamento mais pronunciado ocorrendo na zona do talude cortado, com conseqüente migração do ponto de exsudação na direção da base do talude cortado. Por outro lado, o divisor de águas se move na direção oposta à do talude cortado.

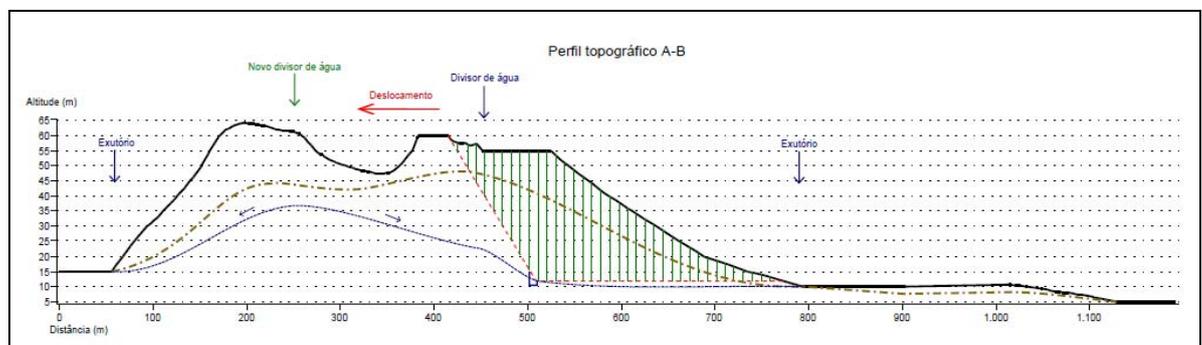


Figura 5.7 - Estimativa do Rebaixamento do Lençol Freático Considerando o Corte de um Talude na Área do Empreendimento. A linha Tracejada Marrom Mostra o Nível Potenciométrico Inicial e a Linha Azul Mostra a Alteração do Nível Potenciométrico após a Operação do Corte, Mostrado na Superfície Hachuriada em Verde. Também Ocorre Alteração da Posição do Divisor de Águas (Seta Vermelha) e dos Exutórios do Sistema

É esperado, portanto, para as áreas de corte, que ocorra uma reconformação da superfície potenciométrica a partir da drenagem do pé dos taludes, com um rebaixamento e deslocamento do divisor de águas no sentido oposto a área de corte.

Nas áreas contíguas de corte e aterro irá acontecer o efeito de suavização da superfície potenciométrica com percolação das águas pelas antigas calhas fluviais. Sendo o material de aterro menos permeável que o terreno natural a água será forçada a migrar pela antiga superfície topográfica e conduzida para o fundo dos vales. Sendo o material de aterro mais permeável a água irá percolar sobre a superfície de contato, sendo igualmente conduzida para as antigas calhas fluviais

A **Figura 5.8** apresenta um perfil esquemático na área proposta para implantação pátio de armazenamento de minério de ferro, com o provável comportamento da superfície potenciométrica.

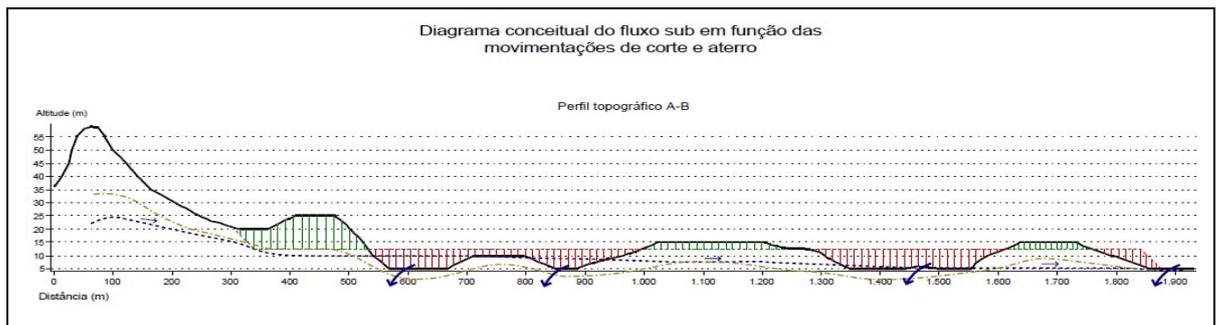


Figura 5.8 - Comportamento do Nível Potenciométrico na Situação de Cortes e Aterros Adjacentes, Mostrando em Verde Hachuriado as Áreas de Cortes e em Vermelho Hachuriado as Áreas de Aterros. Nesses Casos, a Dependência das Propriedades do Material dos Aterros, Deve Ocorrer Rebaixamento do Nível Potenciométrico nas Áreas dos Cortes e Elevação dos Níveis Potenciométricos nas Áreas dos Aterros

Todas as ações de cortes e aterros terão consequências de ajustes nos níveis potenciométricos. Contudo, estes ajustes ocorrerão imediatamente sob as áreas de intervenção. Do ponto de vista da hidrogeologia, o principal impacto do empreendimento será o processo de impermeabilização e compactação dos solos, que ocasionará transferência dos fluxos para o escoamento superficial. Como o lençol freático na ADA do empreendimento é pouco expressivo e flui com a topografia, as consequências do rebaixamento serão localizadas e de pequena expressão em termos da área afetada.

6. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS NA BIOTA

6.1 CONTEXTO INICIAL

No interior da ADA, os pequenos cursos d'água que interceptam as áreas destinadas a pilhas de minérios, e áreas de estoque, estacionamentos terão seus cursos d'água alterados, incluindo canalização (revestida e não revestida), retificação e desvios parciais. O comprimento estimado de cursos afetados dentro das poligonais de terraplenagem somam 23,1 km que representam 24% dos cursos das sub-bacias diretamente afetadas.

Quadro 6.1 - Extensão Total da Rede Hidrográfica Atual e Trechos Afetados

Rede hidrográfica	Comprimento (km)	Comprimento %
Total de cursos d'água nas bacias afetadas	96,8	100
Trechos afetados	23,1	24

Os impactos da afetação direta de cursos hídricos na ADA e o seu entorno foram devidamente abordados em 13 (treze) impactos apresentados no Estudo de Impacto Ambiental e relatório de impacto ambiental elaborado pela Hydros Engenharia (2011), sendo estes:

- a) **Impacto B.1 – Perda de cobertura vegetal:** Que considerou a supressão vegetal que ocorrerá no interior da área a ser ocupada pelo projeto, tendo sido caracterizado como de importância média, com mitigação mediante ações prévias de resgate de flora, e compensado mediante e implantação de programa de recuperação de nascentes, matas ciliares e manguezais no baixo curso do rio Almada, além de ações de fortalecimento da estrutura de gestão de ativos ambientais com foco na área de influência do empreendimento (EIA/RIMA do Porto Sul, Tomo III, Item 10/pg. 10-86, Hydros Engenharia, 2011);
- b) **Impacto B.4 – Mortandade da fauna fossorial e juvenis da avifauna:** Que considerou a perda de animais com hábitos fossoriais e juvenis de aves sem capacidade de vôo, sendo considerado de média importância, e mitigado mediante ação de resgate prévio de fauna, com a soltura de animais e aves resgatados em áreas previamente selecionadas e aprovadas, além do acompanhamento do impacto mediante programa de monitoramento específico (EIA/RIMA do Porto Sul, Tomo III, Item 10/pg. 10-89, Hydros Engenharia, 2011);
- c) **Impacto B.7 – Destruição de *habitats* da fauna terrestre:** Considerado como impacto de média importância, a ser compensado mediante a criação de uma área de proteção com qualidade do habitat superior à que existe na área que estará sujeita ao impacto EIA/RIMA do Porto Sul, Tomo III, Item 10/pg. 10-92, Hydros Engenharia, 2011);
- d) **Impacto B.8 – Interferências em áreas de preservação permanente:** Como as áreas de matas ciliares que acompanham os cursos hídricos e as restingas nas margens do rio Almada na ADA, considerado de alta importância e com indicação de compensação mediante o programa de recuperação de matas ciliares no baixo curso do rio Almada, acompanhado pela criação de uma área de proteção ambiental na área de influência do

empreendimento EIA/RIMA do Porto Sul, Tomo III, Item 10/pg. 10-93, Hydros Engenharia, 2011);

- e) **Impacto B.9 – Interferências com o deslocamento da fauna:** Impacto associado ao funcionamento da ADA do empreendimento como barreira ao livre fluxo da fauna e considerado no contexto local como de baixa importância. Contudo, foi considerado como impacto a ser compensado com a criação de área de preservação e acompanhado mediante ações de monitoramento da fauna EIA/RIMA do Porto Sul, Tomo III, Item 10/pg. 10-94, Hydros Engenharia, 2011);
- f) **Impacto B.10 – Mortandade do bentos continental:** Considerado como impacto de média importância e a ser acompanhado mediante programa de monitoramento específico EIA/RIMA do Porto Sul, Tomo III, Item 10/pg. 10-95, Hydros Engenharia, 2011);
- g) **Impacto B.11 – Afugentamento da fauna do entorno:** Considerado como impacto de média importância a ser acompanhado mediante ações de resgate e afugentamento prévio da fauna e programa de monitoramento da fauna, além de medidas de controle no uso de explosivos na pedreira (EIA/RIMA do Porto Sul, Tomo III, Item 10/pg. 10-96, Hydros Engenharia, 2011);
- h) **Impacto B.12 – Risco de alteração das condições de suporte da biota aquática:** Considerado como impacto de baixa importância em virtude de diversos sistemas de controle ambiental de efluentes e resíduos inseridos no próprio empreendimento. A ser controlado mediante ações de monitoramento da biota aquática, qualidade das águas e monitoramento de efluentes EIA/RIMA do Porto Sul, Tomo III, Item 10/pg. 10-97, Hydros Engenharia, 2011);
- i) **Impacto B.15 – Possível interferência com a produtividade primária de mananciais:** Considerado de importância baixa em virtude das ações de controle já inseridas no projeto e a ser acompanhado mediante programa de monitoramento da biota aquática EIA/RIMA do Porto Sul, Tomo III, Item 10/pg. 10-100, Hydros Engenharia, 2011);
- j) **Impacto B.18 – Perda de habitats da ictiofauna continental:** Considerado como de importância baixa em virtude da composição específica da ictiofauna atualmente residente na ADA, formada por espécies comuns e diversas exóticas, a ser acompanhado mediante programa de acompanhamento da ictiofauna EIA/RIMA do Porto Sul, Tomo III, Item 10/pg. 10-103, Hydros Engenharia, 2011);
- k) **Impacto B.19 – Interferências temporárias com a movimentação de espécies estuarinas da ictiofauna:** Considerado como impacto de baixa importância, uma vez que não está prevista a interceptação completa do curso do rio Almada pelas obras, e a ser acompanhado mediante programa de monitoramento da ictiofauna EIA/RIMA do Porto Sul, Tomo III, Item 10/pg. 10-104, Hydros Engenharia, 2011);
- l) **Impacto B.34 – Risco de alteração das condições de suporte da fauna terrestre:** Considerado como de importância média e mitigado mediante ações de controle voltadas para a minimização na geração de material particulado, a ser acompanhado mediante programa de monitoramento da fauna terrestre e programa de

monitoramento da flora EIA/RIMA do Porto Sul, Tomo III, Item 10/pg. 10-119, Hydros Engenharia, 2011);

- m) Impacto B.35 – Risco de contaminação da flora:** Considerado de importância baixa em virtude do uso de técnicas de controle do espalhamento de material particulado, a ser acompanhado mediante programa de monitoramento da flora EIA/RIMA do Porto Sul, Tomo III, Item 10/pg. 10-120, Hydros Engenharia, 2011);

Apesar do conjunto de impactos apresentados, o IBAMA solicita uma complementação quanto a que impactos podem ser esperados em virtude dos efeitos de compactação e impermeabilização de solos na ADA, com reflexos na hidrologia e hidrogeologia que foram explanados em detalhe nas seções precedentes deste documento. Para explorar estes impactos será necessário estimar o que poderá ocorrer no rio Itariri e no rio Almada, em virtude do aumento do escoamento superficial, gerado pela impermeabilização de estururas e compactação dos solos na ADA. De posse das estimativas quantitativas feitas no item 5 acima é possível realizar estas estimativas.

6.2 POSSÍVEIS IMPACTOS DECORRENTES DO AUMENTO DO ESCOAMENTO NAS BACIAS RECEPTORAS DOS FLUXOS GERADOS NA ADA

As análises precedentes mostraram que a implantação do empreendimento, e a consequente impermeabilização e compactação dos solos nas áreas a serem efetivamente ocupadas pelas suas estruturas gerarão incremento do escoamento superficial em 4 sub-bacias contribuintes aos rios Itariri (afluente da margem direita do rio Almada) e o rio Almada.

Face às pequenas áreas ocupadas pelo empreendimento nas sub-bacias norte, leste e na sub-bacia costeira difusa, o incremento do escoamento superficial em virtude da implantação do projeto oriundo destas sub-bacias será muito pequeno, chegando ao rio Almada diretamente e de modo imperceptível. Ou seja, não serão percebidas diferenças de nível no rio Almada nos trechos situados imediatamente a jusante dos exutórios dessas sub-bacias.

O impacto será relativamente maior no rio Itariri, que receberá o influxo da sub-bacia oeste da ADA do empreendimento onde a área a ser impermeabilizada e compactada pelo projeto será maior (essa sub-bacia receberá cerca de 50% das estruturas do empreendimento). Contudo, como demonstrado acima com o uso de métodos conservativos, o incremento da vazão e aumento do nível da água no rio Itariri, receptor do exutório da sub-bacia da vertente oeste do empreendimento, será praticamente desprezível, sendo de no máximo 5 cm, com permanência máxima de 3 dias/ano.

Hipoteticamente, as alterações das vazões de mananciais poderiam vir a afetar a biota de várias formas, destacando-se:

- Deslocando espécies da flora com baixas tolerâncias à ambientes alagados nas áreas a serem inundadas em virtude do aumento do escoamento superficial e substituição destas espécies por outras que toleram ambientes alagados;
- Deslocamento de espécies típicas da flora de manguezais na direção da foz do rio, em decorrência do deslocamento da cunha salina associado ao aumento da vazão de águas doces, trazida pela impermeabilização de áreas do empreendimento;

- Aumento da largura de cursos hídricos inundados, dificultando a passagem da fauna terrestre que tem comportamento de realizar travessias hídricas de um lado ao outro do rio;
- Aumentando a velocidade das águas nos cursos hídricos que recebem o excesso de vazão e deslocando espécies aquáticas (peixes e invertebrados) que preferem ambientes de remanso ou águas paradas (ambientes léticos) em detrimento de espécies aquáticas que preferem águas em movimento (ambientes lóticos);
- Modificando a área de penetração da cunha salina em estuários, e, por conseguinte, deslocando as áreas de residência de espécies aquáticas com baixa tolerância à ambientes salinos e também espécies restritas a ambientes com águas salobras e salgadas (peixes e invertebrados);
- Aumentando o habitat de espécies de anfíbios que apresentam preferências por áreas úmidas ou alagáveis.

Cabe agora, frente aos dados da análise hidrológica, contemplar a hipótese de ocorrência de cada uma das possíveis alterações nos aspectos referentes à biota terrestre e aquática, face aos dados hidrológicos levantados e estimados.

6.2.1 Reflexos na Composição da Vegetação pela Alteração na Conectividade Hídrica

A primeira hipótese a ser verificada em relação à vegetação, é se o incremento do volume de água que resultará da impermeabilização e compactação do terreno na área do projeto poderá ou não ocasionar aumento significativo de áreas alagadas, resultando em modificações na composição da flora. A **Figura 5.4** apresentada anteriormente indica a área passível de sofrer aumento de nível em decorrência da drenagem da área impermeabilizada pelo empreendimento, onde se mostra que esta área está confinada ao trecho do rio Itariri situado imediatamente à montante do rio Almada, e à jusante do ponto de drenagem da sub-bacia da vertente oeste do empreendimento. Trata-se de área alagada, como demonstrado na **Figura 6.1**, ocupada por vegetação típica de áreas alagáveis, dominada por macrófitas.



Figura 6.1 - Aspecto da Estação de Amostragem C04, Situada na Área Alagável do Rio Itariri, que Deverá Receber a Vazão da Sub-bacia da Vertente Oeste da Área do Projeto

O local de implantação do empreendimento ocorre na região central da ADA, onde existe uma rede hídrica constituída por cursos hídricos estreitos e distribuídos por toda a ADA, embora com poucas áreas alagáveis e com drenagem direcionada para as faces oeste, norte e leste. As fisionomias existentes são do tipo climáticas e independem do recurso hídrico subterrâneo. As áreas de mata ciliar possuem espécies semelhantes à fisionomia local, com raízes curtas e superficiais, cuja manutenção se faz pela serapilheira.

Em relação às sub-bacias das vertentes norte e leste o aumento de fluxo associado ao escoamento das áreas impermeabilizadas pelo empreendimento também será desprezível, face à pequena área dessas sub-bacias em comparação com a área disponível do baixo curso do rio Almada. Desta forma, também não se espera nenhuma modificação no nível do rio e nem na penetração da cunha salina. Por conseguinte não se espera nenhum deslocamento das espécies de manguezal que habitam o trecho inferior do curso do rio Almada.

A face leste de escoamento hídrico ocorre diretamente no rio Almada e as fitofisionomias que ocupam este ambiente são as restingas, manguezais, áreas alagáveis, floresta ombrófila e cabruca. Como fisionomias relacionadas diretamente a esta composição hídrica, existem as restingas, os manguezais e as áreas alagadas. As áreas de floresta de tabuleiro e cabruca que aí ocorrem não dependem deste recurso para seu desenvolvimento.

As áreas alagáveis apresentam espécies típicas destes ambientes como aninga (*Montrichardia linifera*), ninféas (*Nymphaea* sp.), taboas (*Typha angustifolia*), salvinia (*Salvinia auriculata*), baronesa (*Eichornea crassipes*), feto do brejo (*Acrostichum aureum*), junco (*Eleocharis interstincta*) e orelha d'água (*Pistia stratiotes*). Em alguns locais, estas áreas apresentam inundações temporárias, que em períodos secos são utilizadas como pasto. O “brejo de ciperáceas”, descrito por Araujo e Henriques (1984), é uma formação observada nestas áreas, próximas às restingas com densidade, cobertura e composição variadas, e tem sido registrado por outros autores que descreveram a vegetação costeira brasileira, utilizando a mesma denominação e apresentando descrições semelhantes (MENEZES *et al*, 2009; MENEZES, 2011). Nestes ambientes, existe um forte componente antrópico, pela implantação de empreendimentos turísticos e povoados.

A face norte do empreendimento está situada na microbacia que escoar a água na direção dos afluentes do rio Almada localizados próximo ao povoado de Urucutuca. As fitofisionomias desta área são as florestas de tabuleiro, as áreas alagáveis e a cabruca. O escoamento hídrico tem seu impacto absorvido pelas restingas arbóreas e áreas alagadas, na área de influência direta que aí estão localizadas. Nestes ambientes, existe uma espécie de influência fluvio-marinha, a *Laguncularia racemosa*, o que evidencia uma pequena intrusão salina nesta região. A presença desta espécie foi verificada nas áreas amostrais situadas ao norte da ADA.

A face centro-oeste do empreendimento está situada na microbacia que escoar o fluxo hídrico para as áreas alagáveis de influência do rio Itariri, afluente do rio Almada, localizado na área de influência direta - AID. Nesta localidade, as áreas alagáveis possuem uma comunidade estabelecida, por isso são observados alguns cultivos alimentícios (como mandioca, arroz e feijão) e espécies frutíferas, como manga e jaca nos terraços enxutos. Dentro das áreas alagadiças são encontradas algumas espécies arbóreas adaptadas a estes ambientes, como a fruta de juriti (*Erythroxylum* sp.), a landirana (*Symphonia globulifera*), os ingás (*Inga thibaudiana* e *Inga nuda*), a embaúba (*Cecropia pachystachya*), além de algumas macrófitas como as aningas (*Montrichardia linifera* e *M. arborescens*), ciperáceas (*Eleocharis interstincta*, *Fuirena umbellata*) e poáceas (*Spartina alterniflora*). A vegetação ciliar nativa

foi substituída por cultivos agrícolas diversos, como cacau, açaí e cupuaçu, sofrendo também corte seletivo de algumas espécies de potencial madeireiro, restando apenas indivíduos representativos do estágio inicial de regeneração, como ingá (*Inga* spp.) e embaúba (*Cecropia* spp.).

No caso da implantação do empreendimento, haverá aproximadamente 1,4% de supressão da vegetação ciliar e da interferência em corpos hídricos¹, na área diretamente afetada (ADA). Ou seja, as fitofisionomias diretamente afetadas pela supressão vegetal correspondem quase em sua totalidade à cabruca, áreas antropizadas - vegetação arbóreo-arbustiva e floresta ombrófila - mata de tabuleiro². Nas áreas a serem suprimidas e substituídas pelas estruturas do empreendimento, esta interferência pode causar um pequeno rebaixamento no lençol freático, o que não comprometeria a flora remanescente neste trecho, visto que a mesma depende exclusivamente da serapilheira e da umidade fornecida pelo regime pluviométrico e pela evapotranspiração da própria vegetação.

As áreas de influência direta localizadas a oeste e ao norte do empreendimento se caracterizam pela presença de áreas alagáveis e restingas. Com a implantação do empreendimento, haverá uma transferência de água que seria infiltrada no terreno, mas que com as estruturas do empreendimento escoará superficialmente. Este fenômeno resultará em um incremento no fluxo superficial das águas escoadas para estes ambientes, que são áreas planas onde o fluxo extra de água será distribuído. Nestas áreas o influxo extra de água será amortecido pela topografia plana e pela vegetação aí presente. Após a impermeabilização da área do empreendimento, as áreas de escoamento tenderão a apresentar picos em momentos de aumento da precipitação, concentrados em curtos períodos de tempo, aumentando a vazão do rio Almada. Nesse caso, a vegetação de áreas alagáveis, as restingas e as matas ciliares serão responsáveis pela amortização do impacto e minimização deste fenômeno.

O estudo hidrológico demonstrou que nos casos das maiores precipitações registradas na região o aumento máximo de nível será da ordem de 5 cm, e este deverá ocorrer em, no máximo, 3 dias/ano. Dada a pequena magnitude do aumento do nível (máximo de 5 cm) e a sua baixa permanência (no máximo 3 dias/ano), não se espera que esta alteração venha a trazer quaisquer modificações no zoneamento da vegetação atualmente existente na área receptora da vazão adicional. Ainda considerando o possível impacto na composição da vegetação, o trecho a jusante do rio Almada não será afetado, já que o trecho do rio Itariri que receberá o fluxo adicional da sub-bacia da vertente oeste do projeto, sendo uma área alagável larga e de baixo gradiente topográfico, também funciona como área de amortecimento, espalhando o volume de água adicional e anulando quaisquer possibilidades de aumento no nível da água do rio Almada.

Portanto, no contexto da flora, as alterações ocasionadas pelo projeto no regime hídrico serão amortecidas nas áreas de topografia baixa situadas a oeste, norte e leste do empreendimento, que já apresentam vegetação adaptada às cheias do rio, constituída em sua maioria por áreas alagáveis, matas ciliares e vegetação de restinga. Apresenta ainda áreas de manguezais cuja ocorrência está associada à penetração de águas salinas. Deste modo, o impacto de aumento do influxo de águas trazido pelo empreendimento ocorrerá no contexto de uma vegetação que já está adaptada a este influxo, tendo, portanto, baixa relevância. Não se espera que a implantação do empreendimento e o impacto deste na vazão de águas superficiais e subterrâneas venham a trazer consequências para a composição e estrutura das comunidades

¹ Este percentual detalhado pode ser observado no item Meio Biótico - Flora Terrestre, na página 175, Quadro 8.2.3.129.

² Idem.

vegetais situadas na Área de Influência Direta e Indireta do empreendimento, face ao contexto acima descrito.

6.2.2 Reflexos na Movimentação da Fauna Terrestre pela Alteração na Conectividade Hídrica

Outro aspecto hipotético levantado como possível impacto, a saber: a possibilidade de impedimento de travessia de mananciais pela fauna terrestre em virtude do alargamento dos cursos hídricos em decorrência do aumento da vazão oriunda da ADA do projeto.

Com exceção da fauna edáfica (micro, meso e macrofauna), que depende diretamente do solo, a maior parte dos grupos da macrofauna terrestre na Mata Atlântica depende diretamente da estrutura vegetacional e das áreas úmidas nesse Bioma (lagos, brejos e áreas alagáveis) as quais podem ser consideradas condicionantes para grupos delas dependentes, como algumas espécies de mamíferos, aves, anfíbios e as serpentes aquáticas que deles se alimentam. Como as áreas alagáveis, pela sua estrutura são, também, ambientes abertos, de baixada, algumas espécies de aves que não são especificamente água-dependentes fazem desse ambiente local preferencial de repasto, por visualizarem melhor suas presas.

As áreas de influência do empreendimento caracterizam-se pelo domínio da cabruca de cacau, com dossel ralo de espécies arbóreas de grande porte, mas que chegam a medir até 30 metros de altura em pontos onde há árvores nativas remanescentes da floresta. Nesse cenário a fauna apresenta-se diversificada, porém com poucas espécies de importância para a conservação, como era de se esperar em um ambiente alterado ao longo do tempo, principalmente, pela monocultura do cacau. Além disso, não há diferença significativa na composição de espécies entre as duas estações (chuvosa e seca), devido à pequena diferença das condições climáticas na região.

Espécies de mamíferos dependentes de ambientes florestados se distribuem de maneira semelhante tanto na cabruca quanto nos poucos e pequenos fragmentos de floresta ombrófila que ainda permanecem na área. Entre as espécies de mamíferos dependentes de recursos florestais para a alimentação (hábitos frugívoros, folívoros e nectarívoros), destacam-se a preguiça (*Bradypus* spp), o ouriço (Erethizontidae), o jupará (*Potos flavus*) e o saruê-bejú (*Calistomys pictus*). A presença de diversas espécies de morcegos frugívoros e nectarívoros indica a presença de ambientes estáveis em relação à disponibilidade de recursos alimentares para esses animais.

O dossel da cabruca é composto predominantemente por espécies vegetais introduzidas como jaqueira, cajá, fruta pão, jenipapo, eritrina, dendê, bananeira, jambo e seringueira. É essa estrutura que mantém microclimas e microhabitats que permitem a distribuição da fauna terrestre em guildas alimentares desde o solo até as copas das árvores. Como a própria cabruca nessa área também apresenta variações, como cabruca ativa, abandonada, com ou sem espécies exóticas, pode haver pequena variação na presença ou não de espécies da fauna dependentes de sub-bosque e de serapilheira.

A cabruca permite a manutenção de espécies de aves que utilizam o estrato mais alto da vegetação, especialmente as que se alimentam de frutas e sementes arbóreas, como as aves ramfastideas e icterídeas. Por outro lado, a ausência de sub-bosque limita a riqueza de espécies que vivem nesse estrato, como a maior parte das aves formicariídeas, mas sustenta parte considerável das espécies de anfíbios habitantes originais de remanescentes florestais de

baixa antropização. Mas, uma cabruca abandonada e próxima a fragmentos de mata permite a regeneração de espécies vegetais que restabelecem o sub-bosque ao longo do tempo, e, nesse caso, espécies da fauna que dependem dessa ausência tendem a deslocar-se ou podem desaparecer.

Para a dessedentação da fauna terrestre e manutenção de espécies dependentes de áreas úmidas, a área da poligonal do empreendimento e seu entorno oferecem 4 microbacias onde se justapõem áreas úmidas (alagáveis). As áreas alagáveis contíguas às restingas à jusante do rio Almada são as mais antropizadas (povoado de Aritaguá) e as outras mantêm associações com pastos e cabucas (formando áreas em mosaico). Apenas uma, está associada à restinga arbórea em estado médio de regeneração.

Entre a fauna terrestre identificada na região e dependente das áreas úmidas ou alagáveis estão pelo menos uma espécie de anfíbio, uma espécie de mamífero e 10 de aves: o sapo-pipa (Anfíbia, Pipidae: *Pipa carvalhoi*), a capivara (Mammalia, Rodentia, *Hydrochoerus hydrochaeris*), o pato-de-crista (Aves, Anatidae: *Sarkidiornis sylvicola*), o frango-d'água-azul, a saracura-três-potes, a Saracura-carijó e o frango-d'água-comum (Aves, Rallidae: *Porphyrio martinica*, *Aramides cajanea*, *Pardirallus maculatus*, *Gallinula galeata*), o sabiá-da-praia (Aves, Mimidae: *Mimus gilvus*), o marrequinho (Aves, Podicipedidae: *Tachybaptus dominicus*), o batuíra-de-coleira (Aves, Charadriidae: *Charadrius collaris*), o Curutié (Aves, Furnariidae: *Certhiaxis cinnamomeus*), o japacanim (Aves, Donacobiidae: *Donacobius atricapilla*).

Além do sapo-pipa, algumas espécies de anfíbios estão restritos a ambientes aquáticos de baixa energia próximos às matas (p.ex., lagos, poças e córregos represados), mas com insolação direta refugiam-se durante o dia nos substratos disponíveis e entram em atividade ao anoitecer. Este é o caso de *Dendropsophus elegans*, *Hypsiboas albomarginatus*, *Dendropsophus haddadi*, *Dendropsophus decipiens*, *Dendropsophus branneri*, *Scinax* cf. *similis*, *Scinax x-signatus*, *Hypsiboas crepitans*, *Phyllomedusa nordestina* e *Dendropsophus minutus*. São espécies de hábitos noturnos, com desenvolvimento indireto (com fase larvar) e com girinos livres nos mesmo corpos d'água ocupados pelas formas adultas. Estas espécies são comuns ao Domínio da Floresta Atlântica e podem ser consideradas espécies generalistas e de densidade elevada onde ocorrem.

A capivara é o maior roedor herbívoro do mundo, tem uma ampla distribuição (desde a Colômbia e Venezuela até o norte da Argentina) que está restrita à proximidade de rios e lagos onde se alimenta da vegetação ribeirinha. Esse mamífero de grande porte utiliza a água para a sua reprodução e fuga de predadores, e, por isso, tem adaptações morfológicas para permanecer submersa por vários minutos. A caça pelos seres humanos é o fator determinante para o declínio das populações.

As aves dependentes das áreas alagáveis utilizam esse ambiente para alimentação e reprodução, ou mesmo refugio (na vegetação ribeirinha), principalmente, na época da muda das penas das asas. O pato-de-crista, por exemplo, alimenta-se de pequenas sementes, principalmente de plantas aquáticas, folhas, vermes, larvas de inseto e outros invertebrados. Os ralídeos (frangos-d'água) alimentam-se preferencialmente de material vegetal (folhas, sementes ou flores), mas também recorrem à proteínas de origem animal (invertebrados de hábito aquático), precisam da vegetação ribeirinha para esconder-se e colocar seus ovos ou mesmo descansar empoleirando-se em moitas de taboa (*Typha angustifolia*). O marrequinho (*Tachybaptus dominicus*) alimenta-se principalmente de peixes pequenos, alevinos, girinos e invertebrados de hábito aquático, mas também podem complementar sua dieta com algas e

outras matérias vegetais, e precisa do corpo d'água livre de plantas aquáticas para depositar seus ovos em ninhos flutuantes. O batuíra-de-coleira (*Charadrius collaris*) também alimenta-se de insetos, pequenos crustáceos e vermes marinhos, mas não constrói ninhos, deposita seus ovos diretamente na areia, por isso é comum encontrá-los em praias arenosas (restinga). O curutié (*Certhiaxis cinnamomeus*) alimenta-se de moluscos, além de insetos e suas larvas e outros artrópodes, constrói seu ninho (feito de gravetos) em pequenas moitas próximas à ambientes aquáticos. O japacanim (*Donacobius atricapilla*) é uma ave paludícola, ou seja, está sempre associada à ambientes aquáticos, onde se alimenta de insetos; vive em taboais, brejos, lagos, córregos e juncos onde encontra alimentação, seus ovos são colocados em ninho tipo cesto, preso à vegetação de pouca altura, no brejo ou nas suas margens.

Todas as três microbacias drenam suas águas para o Rio Almada em diferentes locais, com direcionamentos específicos: leste, norte e centro-oeste. Nessas áreas as espécies com maior vagilidade se deslocam em função das necessidades de alimentação, dessedentação e reprodução e mantêm, no panorama atual, um ritmo já adaptado às características climáticas da região. O maior aporte de chuvas traz um alagamento favorável às espécies de anfíbios terrícolas com reprodução água-dependente, mas impede o trânsito de espécies pouco vageis, como os pequenos lagartos e serpentes (reptilia).

A face leste de escoamento hídrico forma duas extensas áreas alagáveis na margem direita do rio Almada, passando por zonas de cabruca, restinga e áreas antropizadas. Nessa região ocorrem espécies de aves comuns em restinga e em áreas abertas, pela sua proximidade com o ambiente marinho, como as aves de rapina *Rupornis magnirostris* (gavião-carijó), *Milvago chimachima* (carrapateiro), *Cathartes aura* (urubu-de-cabeça-vermelha), *Coragyps atratus* (urubu-de-cabeça-preta), *Caracara plancus* (carcará), que se aproveitam de maior amplitude e visibilidade para o seu forrageio. Além disso, embora não tenha sido observado em trabalho de campo (com exceção do tesourão - *Fregata magnificens*), há o registro fotográfico documentado (disponível em www.wikiaves.com.br) de oito espécies diretamente dependentes do ambiente marinho para a cidade de Ilhéus: *Charadrius semipalmatus* (batuíra-de-bando), *C. wilsonia* (batuíra-bicuda), *Pluvialis squatarola* (batuiraçu-de-axila-preta), *Actitis macularius* (maçarico-pintado), *Arenaria interpres* (vira-pedras), *Fregata magnificens* (tesourão) e *Sula dactylatra* (atobá-grande). São, portanto, espécies que podem utilizar essa área, mesmo esporadicamente.

A face norte traz a contribuição da microbacia que drena a água dos afluentes do rio Almada, passando por cabruças, floresta em estágio inicial de regeneração, que retardam o fluxo hídrico e forma uma pequena área alagável próxima ao povoado de Urucutuca, antes de desaguar no rio Almada. Nessa face predominam as espécies de fauna terrestre de guildas de onivoria e de borda, características de ambientes em estágios iniciais de sucessão, de matas pequenas demais, degradadas ou que sofrem intensa ação predatória. Nesse contexto estão novamente as aves de rapina referidas acima, além dos mamíferos de médio e grande porte, como o *Cercopithecus thous* (raposa), *Didelphis albiventris* (sariguê), *Dasyurus novemcinctus* (tatú), os saguis *Callithrix jacchus*, os morcegos *Phyllostomus hastatus*, *P. discolor*, *Carollia perspicillata*, os ratos-do-mato *Akodon cursor*, *Cerradomys vivoi*, as aves *Cacicus cela* (xexéu), *Cacicus haemorrhous* (guaxe), *Gnorimopsar chopi* (pássaro-preto), *Icterus cayanensis* (pega), *Icterus jamacaii* (corrupião), *Saltator maximus* (tempera-viola), *Megarhynchis pitangua* (bem-te-vi-de-bico-chato), *Pitangus sulphuratus* (bem-te-vi), *Piaya cayana* (alma-de-gato), anfíbios de hábitos noturnos como (*Hypsiboas atlanticus*, *H. semilineatus*, *H. faber*, *H. pombali*, *Trachycephalus mesophaeus*, *Scinax eurydice* e *Phyllomedusa burmeisteri*) ou o lagarto *Tropidurus hispidus*.

A face centro-oeste traz a contribuição da microbacia que drena a água do Rio Itariri afluente da margem direita do rio Almada e forma uma extensa área alagável que bordejia cabruças e áreas antropizadas com agricultura de subsistência, incluindo uma comunidade (Valão - AID). As áreas de borda com a cabruca ativa permitem a ocorrência de espécies de mata conservada com guildas alimentares específicas, como as aves insetívoras e frugívoras *Picumnus pygmaeus* (pica-pau-anão-pintado), *Sittasomus griseicapillus* (arapaçu-pintado) e *Glyphorhynchus spirurus* (arapaçu-de-bico-de-cunha), os morcegos insetívoros e frugívoros *Rhogeessa hussoni*, *Eptesicus brasiliensis*, *Trachops cirrhosus* (carnívoro), *Artibeus cinereus*, *A. fimbriatus*, *A. planirostris*, *Rhinophylla pumilio*, *Vampyressa pusilla*, os roedores *Callistomys pictus* (rato-do-cacau) e *Chaetomys subspinosus* (ouriço preto), os marsupiais *Marmosops incanus*, *Marmosa murina*, *Gracilinanus microtarsus*, mas aquelas com cabruca abandonada (próximas à ADA) mantêm espécies de fauna terrestre de guildas de onivoria e de borda, características de ambientes em estágios iniciais de sucessão, de matas pequenas demais, degradadas ou que sofrem intensa ação predatória, semelhantes aos exemplos indicados na face norte.

No caso da implantação do empreendimento, haverá de supressão da vegetação ciliar, com interferência direta na rede hídrica da ADA e indireta na AID. Essa supressão corresponderá quase que exclusivamente à cabruças e afetará, principalmente, a conectividade hídrica das microbacias oeste. Direta ou indiretamente, essa interferência poderá causar pequeno rebaixamento no lençol freático, porém sem comprometer nem a vegetação remanescente nem a fauna terrestre. Porém, após a impermeabilização da área do empreendimento pelas edificações e estruturas viárias, a drenagem das águas pluviais deverá ocorrer superficialmente, resultando em maior aporte de água para as áreas de baixada onde estão localizadas as áreas úmidas referidas acima. Nesse contexto, e considerando o regime quase constante de chuvas na região, as áreas alagáveis receberão periodicamente esse aporte, porém, serão responsáveis (junto com as matas ciliares) pela amortização do impacto em relação ao possível aumento de vazão do rio Almada.

Como as alterações da flora não serão significativas, a única alteração da fauna em decorrência desse panorama futuro de conectividade hídrica (com o empreendimento implantado) será o alargamento das áreas alagáveis em função do aumento periódico do aporte hídrico. Esse alargamento pode ser favorável às espécies de anfíbios terrícolas com reprodução água-dependente, mas impeditivo para o trânsito de espécies pouco vágéis, como os pequenos lagartos e serpentes (reptília). Porém essa é uma dinâmica já existente, cuja intensidade do impacto não deve ser alterado de modo significativo. Contudo, quando analisada sob a óptica da magnitude do impacto, que consiste em aumento máximo de nível de 5 cm durante 3 dias/ano no rio Itariri, e sem variações de nível no rio Almada nas saídas dos exutórios das microbacias norte e leste, a possibilidade de que estes tenham relevância para a fauna terrestre é diminuta. São, portanto, alterações insignificantes, que não devem ocasionar alterações nem na composição, nem no comportamento da fauna.

6.2.3 Reflexos na Movimentação da Biota Aquática pela Alteração na Conectividade Hídrica

A mensuração do grau de funcionalidade da conectividade ainda é uma tarefa difícil, visto que não é influenciada apenas pela distância entre os habitats, mas também por características das conexões, como a resistência da paisagem sobre a movimentação dos organismos (TAYLOR *et al.*, 2006). Os ambientes aquáticos estão sujeitos a fragmentações naturais e antrópicas,

permanentes ou temporárias (FAGAN, 2002). A exemplo disto pode-se citar áreas que são ligadas temporariamente por inundações, desconectando-se nas épocas de seca, ou o barramento de um corpo d'água para realização de uma obra, sendo em seguida reestabelecida a conectividade, e ainda as permanentes, como uma queda d'água muito elevada que impossibilita a subida de peixes, ou o barramento permanente de um rio para implantação de uma hidrelétrica.

Entre os peixes, apesar de haver espécies associadas a habitats específicos, onde são capazes de completar todo seu ciclo de vida (FERNANDES, 1997), existem espécies que migram entre diferentes habitats durante seu ciclo de vida, o que pode estar associado às questões reprodutivas, alimentares e ou fisiológicas. Neste sentido, a conectividade consiste num fator fundamental para o estabelecimento das espécies migratórias. Nos ambientes aquáticos costeiros, essa conectividade vai além de questões associadas ao deslocamento das espécies dentro do sistema dulciaquícola, visto que há uma conexão entre este e o ambiente marinho.

Neste contexto, foi realizado um estudo da dinâmica hídrica na localidade de Aritaguá, o qual serviu como base para avaliar a conectividade entre os diferentes ambientes aquáticos na região, com o objetivo de identificar as possíveis interferências na composição e estrutura da comunidade ictiofaunística local.

A princípio foram realizadas algumas análises com base nos resultados obtidos por meio do diagnóstico apresentado no EIA-RIMA (Hydros, 2011). Num primeiro momento, buscou-se identificar o panorama atual da comunidade de peixes, o que envolve a estrutura e o deslocamento das espécies que compõem esta comunidade antes de qualquer intervenção associada ao empreendimento.

Desta forma, foi realizada uma análise de agrupamento que tem como objetivo gerar um mapa bidimensional que melhor reflita a matriz de distâncias calculadas entre os pontos amostrais. A matriz de distâncias considera a ocorrência de todas as espécies para calcular a similaridade entre as amostras. O agrupamento visou identificar semelhanças com relação à estrutura da comunidade de peixes em áreas representadas por ambientes diferentes. O resultado foi apresentado na **Figura 5.7** por meio do diagrama de ordenação do escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS). Em seguida foi realizada uma análise de similaridade ANOSIM, para testar a influência da diferença entre os ambientes na composição da ictiofauna, hipótese confirmada por meio desta análise ($p=0,024$). Em seguida foi realizada uma análise de Cluster para identificar o agrupamento das estações amostrais em função desta similaridade, estando a mesma apresentada na **Figura 6.2**.

A grosso modo verificou-se uma primeira diferenciação que indica duas áreas distintas: (1) - corpos d'água compostos pelos rios de menor porte, riachos, e lagoas localizados no sítio de Aritaguá, representada pelas estações C2, C3, C4, C5 e C6 e uma área (2) composta pela calha principal do rio Almada e estuário representado pelas estações AL1, AL2, AL3 e C7.

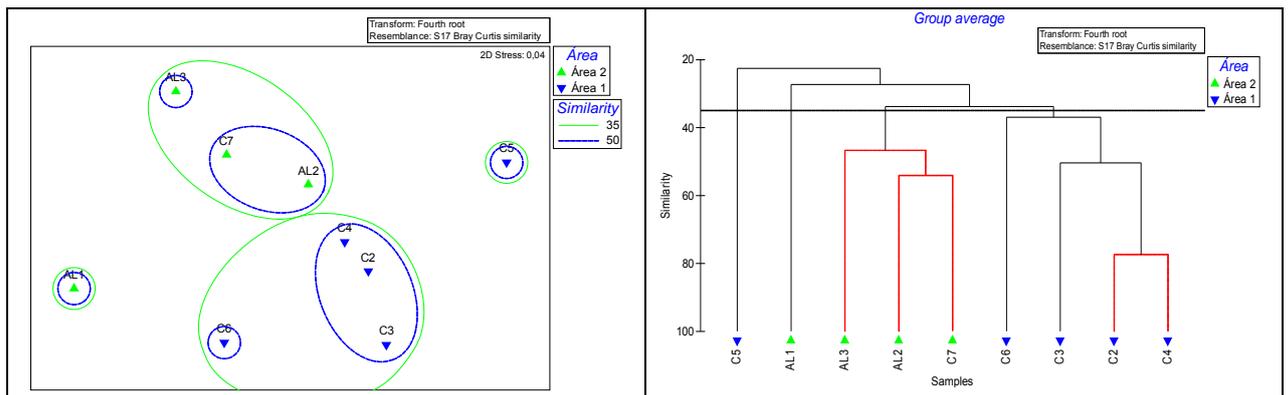


Figura 6.2 - Análise de Escalonamento Multidimensional não Métrico e Cluster entre as Estações de Amostragem Avaliadas no EIA/RIMA (Hydros, 2011), Considerando a Composição das Espécies da Ictiofauna

Na primeira área foi verificado predomínio de espécies dulciaquícolas, além da semelhança entre a composição das espécies de quatro das cinco estações amostradas. A única estação que não apresentou composição de espécies semelhante às demais (C5), possui características que a diferencia das outras quatro, pois se trata de um riacho de menor porte, além de apresentar o menor grau de conectividade estrutural (maior distância) com o rio Almada. Nesta estação, não foram amostradas espécies exóticas, o que ocorreu nas outras quatro, assim como nas estações localizadas no rio Almada e no estuário (C7).

Ainda com relação à área (1), foi observada uma relação positiva entre o maior grau de conectividade estrutural (menor distância) com relação à calha principal do rio Almada e a presença de espécies marinhas. Nas estações C3 e C6, as quais apresentaram maior grau de conectividade (mais próximas) com o rio Almada, foi observada maior proporção de espécies marinhas registradas (2) e (3), respectivamente, as quais incluem as únicas quatro espécies marinhas registradas nesta área, sendo que além destas estações, apenas a C4 teve registro de ocorrência deste tipo, porém de apenas um único indivíduo de *Eleotris pisonis*.

Considerando que nenhuma das espécies marinhas (*Centropomus parallelus*, *Coryphopterus glaucofraenum*, *Dormitator maculatus* e *Eleotris pisonis*) registradas nas estações localizadas na área (1) apresenta comportamento migratório reprodutivo anádromo, além de serem comuns em ambientes de água doce ou de baixa salinidade, sugere que esta área não seja utilizada por espécies marinhas de forma obrigatória. Por outro lado, não significa que não seja uma área importante para a comunidade ictiofaunística, visto que determinadas espécies dulciaquícolas foram registradas apenas nesta área, apesar de muitas delas também terem sido amostradas na área (2). Deve-se considerar ainda a presença de riachos de cabeceira localizados nos topos de morro presentes na área (1) do sítio de Aritaguá, visto que este tipo de ambiente abriga uma fauna específica e pouco estudada até o momento.

Com relação às espécies dulciaquícolas registradas no estudo, não foi identificada nenhuma que apresenta comportamento migratório reprodutivo, a não ser por *Astyanax bimaculatus* e *Geophagus brasiliensis*, classificadas como protádromas, que migram entre diferentes ambientes de água doce, diferenciados em áreas de alimentação e áreas de reprodução.

Na área (2) houve predomínio de espécies marinhas, principalmente na estação C7, a qual se trata de um ambiente estuarino, cuja porção do corpo d'água interior que se conecta com o mar, não se conecta superficialmente com rios de grande porte como o Almada, seguindo

praticamente paralelo em relação à linha da costa, apresentando, portanto, uma composição de espécies altamente influenciada pelo ambiente marinho. Além das 18 espécies marinhas registradas nesta estação, foram amostradas 10 espécies dulciaquícolas, das quais duas são exóticas, *Clarias gariepinus* e *Oreochromis niloticus*. Nas estações localizadas no rio Almada, houve predomínio de espécies marinhas em AL1 e AL3, mais próximas do estuário do Almada. Na estação AL2, localizada num trecho superior deste rio, houve predomínio de espécies dulciaquícolas, apesar da semelhança da composição com relação à AL3.

Entre as quatro estações que representam a área (2), apenas a AL1 diferiu das demais com relação à composição das espécies, contudo, esta diferença pode estar associada ao fato de não terem sido amostradas espécies comuns às outras estações, mas que por meio de relatos dos pescadores locais, estão presentes na mesma. Considerando que a diferença entre a composição das espécies entre a estação AL1 e as demais localizadas na área (2) esteve associada ao não registro de espécies comuns às mesmas, o padrão observado sugere que o rio Almada e o estuário C7 apresentam um elevado grau de conectividade entre o ambiente marinho e os corpos d'água interiores.

Considerando a composição das espécies observada para a área (2) foram identificadas apenas quatro espécies que apresentam hábitos migratórios reprodutivos, *Microphis brachyurus* e *Cetengraulis edentulus*, classificadas como espécie anádromas, que migram do ambiente marinho para os de água doce ou de baixa salinidade para se reproduzir; e *Mugil curema* e *Mugil liza*, que apesar de serem espécies marinhas, são comumente encontradas em estuários e ambientes de água doce, porém apresentam comportamento migratório preferencialmente catádromo, indo para o mar nas épocas de reprodução. As demais espécies foram classificadas como anfídromas, migrando entre ambiente marinho e de água doce por questões fisiológicas, que envolvem alimentação, desenvolvimento até certo estágio de vida, o mesmo por questões relacionadas com a salinidade.

Para as espécies marinhas registradas durante o estudo, algumas foram classificadas como oceanódromas, a exemplo de *Caranx crissus*, *Caranx hippos* e *Trachinotus carolinus*, as quais migram para áreas oceânicas mais afastadas da costa para reproduzir.

Na **Figura 6.3** foi apresentado um mapa da ocorrência de espécies dulciaquícolas e marinhas registradas durante a amostragem realizada na área. No total, foram amostradas 19 espécies dulciaquícolas e 29 marinhas. Nas estações AL1, AL2, AL3 e C7 as proporções entre espécies dulciaquícolas e marinhas foram respectivamente (4/7), (12/10), (5/16) e (10/18), enquanto nas estações C2, C3, C4, C5 e C6 as proporções foram (8/0), (7/2), (11/1), (7/0) e (5/3).

Os dados indicam que os cursos hídricos que serão afetados pelas ações do empreendimento são ambientes preferidos por espécies de águas doces, onde ocorre uma penetração limitada de espécies marinhas, nos pontos das sub-bacias que drenam a área do empreendimento e são mais próximos do rio Almada. A movimentação das espécies marinhas com capacidade de se deslocarem entre ambientes de água marinha, salobra e doce será pouco afetada. Por outro lado, haverá redução do habitat de espécies dulciaquícolas na ADA, conforme identificado no impacto B.18 do EIA/RIMA (Hydros, 2011).

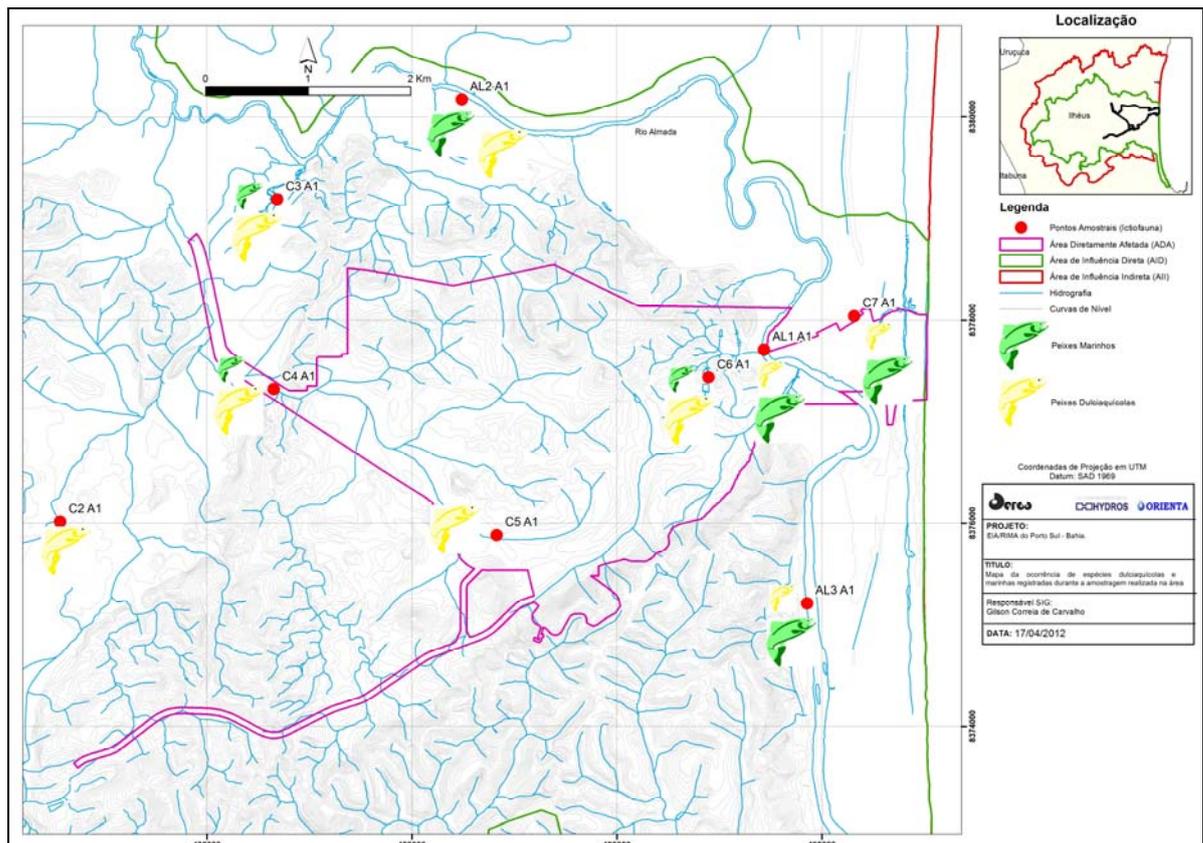


Figura 6.3 - Distribuição de Espécies de Águas Doces (Peixes Amarelos) e de Marinhas (Peixes Verdes) entre as Estações de Amostragem do EIA/RIMA (Hydros, 2011).

Em relação ao aspecto da hipótese de mudanças na distribuição da ictiofauna nos trechos à jusante da ADA em virtude de alterações no fluxo hídrico, também neste caso a possível alteração mostra-se desprezível. Este impacto será naturalmente impedido pela conformação topográfica do trecho do rio Itariri que receberá a contribuição da sub-bacia da vertente oeste do empreendimento, já que se trata de uma área plana, onde a incidência de fluxos hídricos será rapidamente amortecida pelo espalhamento lateral do fluxo. Ou seja, o trecho da bacia do rio Itariri que receberá o incremento de vazão da sub-bacia da vertente oeste do empreendimento é uma zona de amortecimento natural, onde o fluxo hídrico será rapidamente atenuado. Ainda assim, a magnitude do aumento no nível das águas – máximo de 5 cm durante 3 dias por ano, mostra-se pouco relevante. Por esta razão, e considerando a magnitude da variação do nível da água e do fluxo hídrico trazido pela área impermeabilizada e compactada do empreendimento, não se esperam alterações no comportamento das espécies marinhas que já visitam a área.

Em virtude da pequena magnitude do incremento de nível nas águas do rio Itariri à jusante do empreendimento, também não se espera o desaparecimento de nenhuma espécie aquática adaptada à vida em ambientes lênticos (águas paradas) e a sua substituição por espécies que preferem ambientes lóticos (águas correntes). Se isto não ocorrerá no rio Itariri, o mesmo tampouco se dará no rio Almada, receptor direto dos fluxos das sub-bacias norte e leste do empreendimento, dado o volume desprezível de água a ser acrescido nesses trechos da bacia.

Outra hipótese aventada e analisada aqui é um aumento de vazão capaz de contrabalançar a penetração da cunha salina no estuário do rio Almada e deslocando as espécies aquáticas com hábitos dulcícolas, que seriam deslocadas na direção da foz do rio (nesta hipótese), bem como

as espécies aquáticas com hábitos estuarinos e marinhos, que nesta hipótese também poderiam vir a ser deslocadas na direção da foz do rio. Já foi visto que os incrementos de vazão a serem propiciados pela impermeabilização e compactação do projeto nas sub-bacias norte e leste (as quais drenam diretamente para o rio Almada) são muito reduzidas frente a capacidade de amortecimento do rio Almada. Por outro lado, a contribuição hídrica adicional que escoará pela sub-bacia da vertente oeste será maior, porém terá pequeno impacto no nível do rio Itariri, e ainda, dada a conformação topográfica desta área, o fluxo será controlado em uma região alagável larga que amortecerá de imediato a velocidade das águas. Neste contexto, a possibilidade de deslocamento da penetração da cunha salina ao longo do estuário do rio Almada também será desprezível.

Ressalta-se que em situações episódicas de grandes cheias do rio o volume de água doce proveniente do trecho de montante da bacia do rio Almada pode ocasionar o deslocamento da cunha salina em situação de maré enchente, e, por conseguinte, alterações temporárias na distribuição da biota aquática que apresenta restrições à ambientes dulcícolas e também a ambientes salinos ou salobros. Porém, este é um efeito natural que nada tem a ver com a implantação e operação do Porto Sul na região.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A preocupação em relação aos impactos de aumento de vazão em decorrência da impermeabilização e compactação de áreas é válida e deve ser analisada. Contudo, a sua amplitude e relevância estão relacionadas com o contexto específico do local de implantação do empreendimento (tamanho da área a ser impermeabilizada e/ou compactada, perfil geológico, pedológico e geomorfológico da área, características da bacia hidrográfica, regime climático, dentre outros fatores).

Os impactos da transferência do fluxo subterrâneo para fluxo superficial com aumento da velocidade de escoamento das águas, consequência da impermeabilização e compactação de áreas poderia vir a ser relevante em um contexto onde:

- A área impermeabilizada/compactada ocupasse um percentual elevado da área da bacia hidrográfica objeto da implantação do projeto e a transferência da vazão subterrânea para vazão superficial instantânea fosse alta face ao regime de vazão existente na bacia hidrográfica receptora do fluxo;
- O regime de precipitação fosse irregular, mal distribuído e sujeito a picos episódicos de aumentos de vazão, o que poderia condicionar aumentos representativos de fluxo hídrico nos picos de precipitação, caso em que o efeito de impermeabilização/compactação de áreas levasse a aumentos dos picos de cheia em níveis perigosos e danosos à biota e ao ser humano;
- A vazão da bacia hidrográfica receptora do excesso de vazão resultante do processo de impermeabilização/compactação dos terrenos fosse intermitente, irregular ou baixa, o que não ocorre na área em estudo em virtude da distribuição regular das chuvas.

No contexto do empreendimento sob análise, nenhuma dessas condições se realiza. A área impermeabilizada/compactada do empreendimento é muito pequena face ao tamanho da bacia hidrográfica, e mesmo das sub-bacias que compõem o baixo curso do rio Almada. O regime de precipitação é regular e bem distribuído ao longo do ano, pelo menos na zona do litoral, onde está situado o projeto, e apresenta poucos dias de precipitação intensa; a vazão do rio Almada no trecho sob análise é constante e relevante, dados os altos índices de precipitação existentes na região.

Portanto, em virtude das características locais, a implantação do Porto Sul não trará um impacto relevante na hidrologia superficial e/ou subterrânea na área do entorno do empreendimento, e em consequência não se espera a ocorrência de impactos mensuráveis sobre a composição e/ou distribuição da biota terrestre e/ou aquática, que terá a sua capacidade de movimentação e composição preservada no baixo curso do rio Almada, em relação à sua situação atual.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARRETO, R.M.F. **Uso do hábitat pela preguiça-de-coleira *Bradypus torquatus* Illiger 1811, no sul da Bahia, Brasil.** Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilheus, Bahia. 2007.

BIGARELLA, João José. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais.** 1. ed. Florianópolis: Ed. UFSC. 2003. p. 877-1436.

BIODINÂMICA. **Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental do Porto Sul.** 2009.

CAMURUGI, F.; LIMA, T.M.; MERCÊS, E.A. & JUNCÁ, F.A. Anurans of the Reserva Ecológica da Michelin, Municipality of Igrapiúna, State of Bahia, Brazil. **Biota Neotropica** **10(2):305–312.** 2010.

DELITTI, W.B.C. Ciclagem de nutrientes minerais em matas ciliares. SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1989, Campinas. **Anais...** São Paulo: Fundação Cargill, Secretaria de Meio Ambiente, Instituto de Botânica, p. 88-98, 1989.

FAGAN, W.F. Connectivity, fragmentation, and extinction risk in detritic metapopulations. **Ecology**, v. 83, n. 12, p. 3243-3249, 2002.

FERNANDES, C.C. Lateral migration of fishes in amazon floodplains. **Ecology of Freshwater Fish**, v. 6, p. 33-44, 1997.

FOSTER, S. & HIRATA, R. Determinação do risco de contaminação das águas subterrâneas: um método baseado em dados existentes. (Tradução de Ricardo Hirata, Sueli Yoshinaga, Seiju Hassuda, Mara Akie Iritani). **Boletim do Instituto Geológico**, n. 10, 92. 1993.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira.** Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 92 p.

GOODWIN, B. J.; FAHRIG, L. How does landscape structure influence landscape connectivity? – **Oikos** v. 99, p. 552–570, 2002.

GOUVEIA, P. S. **Padrão de atividades, dieta e uso do espaço de um grupo de *Cebus xanthosternos* (Wied-Neuwied, 1820) (Primates, Cebidae) na Reserva Biológica de Uma, Bahia, Brasil.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Bahia, 123p. 2009.

GUIMARÃES, T. de F.R. **Conectividade e padrões de riqueza e diversidade de espécies de peixes nas lagoas do litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil.** Monografia. Universidade do Rio Grande do Sul: Instituto de Biociências, Departamento de Ecologia. 2009.

HYDROS ENGENHARIA. **Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental do Porto Sul: Estudos Complementares.** Volumes 1 e 2. 2011.

IUCN **Red List of Threatened Species.** Electronic Database accessible at: www.iucnredlist.org. Acesso em: 19 de junho de 2011.

KAGEYAMA, P.Y.; CASTRO, C.F.A.; CARPANEZZI, A.A. Implantação de matas ciliares: Estratégias para auxiliar a sucessão secundária. SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1989, Campinas. **Anais...** São Paulo: Fundação Cargill, Secretaria de Meio Ambiente, Instituto de Botânica, p.130-143, 1989.

LIMA, N.P. Função hidrológica da mata ciliar. SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1989. Campinas. **Anais...** São Paulo: Fundação Cargill, Secretaria de Meio Ambiente, Instituto de Botânica, p. 99-115, 1989.

MATTHEWS, W.J. **Patterns in freshwater fish ecology.** Chapman and Hall: New York, Kluwer Academic Press, 1998.

MEDINA, G.F.; VIEIRA, M.V. Conectividade funcional e a importância da integração organismo-paisagem. **Oecol. Bras.**, v. 11, n. 4, p. 493-502, 2007.

RABOY, B. E.; CANALE, G. R.; DIETZ, J. M. Ecology of *Callithrix kuhlii* and a review of eastern brazilian marmosets. **International journal of primatology.** DOI 10.1007/s10764-008-9249-6. 2008.

REIS, N. R. , PERACHI, A. L., PEDRO, W.A. , LIMA, I.P. **Morcegos do Brasil.** Londrina: Nelio R. dos Reis, 253p., 2007.

SICK, H. **Ornitologia Brasileira.** Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 3 ed., 2001.

SILVANO D.L. & PIMENTA B.V.S. **Diversidade e distribuição de anfíbios na Mata Atlântica do Sul da Bahia.** Prado P.I., Landau E.C., Moura R.T., Pinto L.P.S., Fonseca G.A.B., Alger K. (orgs.) Corredor de Biodiversidade na Mata Atlântica do Sul da Bahia. CD-ROM, Ilhéus, IESB/CI/CABS/UFMG/UNICAMP. 2003.

TAYLOR, P.D.; FAHRING, L. Landscape connectivity: a return to the basics. CROOKS, K.; SANJAYAN, E M. Connectivity Conservation. **Conservation Biology**, v. 14, p. 29-43, 2006.

TAYLOR, P.D.; FAHRING, L.; HENEIN, K.; MERRIAM, G. Connectivity is a vital element of a landscape structure. **Oikos**, v. 68, p. 571-573, 1993.

TUCCI, C. E. M. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Volume 5, nº 1 – Jan/Mar de 2000, páginas 61-68. 2000.

VAZ, S.M. Sobre a ocorrência de *Callistomys pictus* (Pictet) (Rodentia, Echimyidae). **Revista Brasileira de Zoologia**. 19(3):631-635. 2002.

WIENS, J. Wildlife in patchy environments: metapopulations, mosaics, and management. MCCULLOUGH, D. R. (ed.). **Metapopulations and wildlife conservation**. Washington: Island Press, 1996.