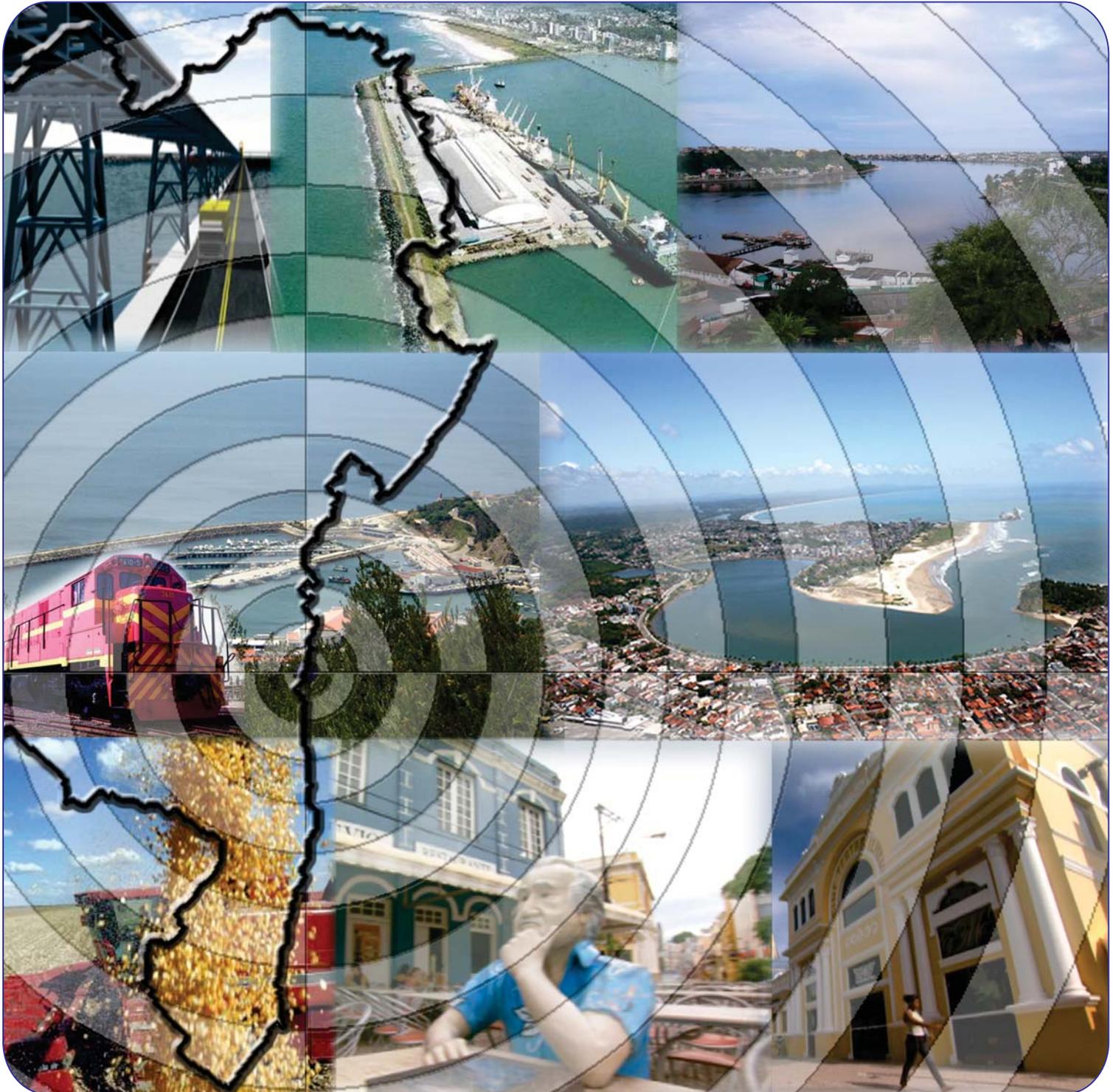


CONSÓRCIO

HYDROS



ORIENTA



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

TOMO VII - APÊNDICE 6 - RUÍDOS E VIBRAÇÕES

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 6 – RUÍDOS E VIBRAÇÕES

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, Sedimentos de 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 VII** corresponde ao **Apêndice 6 – Ruídos e Vibrações**. 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 VII - APÊNDICE 6 – RUÍDOS E VIBRAÇÕES

- **Comentário 24 – página 12, parágrafo 10.**

Avaliação de impactos a bens públicos e privados nas margens, mediante o novo fluxo e construções/mudanças nos acessos.

- **Resposta ao Comentário 24:**

As atividades associadas às etapas de implantação e de operação do Porto Sul farão uso das Rodovias BA-001, BA-262, BR-101, BR-415 e BA-648, existentes na região do entorno do empreendimento. Além disso, haverá a implantação do acesso às instalações portuárias utilizando-se da Estrada Municipal do Itariri, que fará a ligação do empreendimento à BA-262.

Cada uma dessas vias de acesso terá utilização específica pelo empreendimento, conforme descrito no Estudo de Acessos (**Apêndice 3**). Dentre as Rodovias citadas destacam-se a BA-001, BA-262 e BA-648, bem como a Estrada Municipal de Itariri e o Acesso ao Porto Sul, como sendo objeto específico de avaliação no contexto do Estudo de Ruídos e Vibrações.

Além da descrição detalhada desse cenário, no Estudo de Ruídos e Vibrações (**Apêndice 6**) estão identificadas as ações de controle e/ou de mitigação que deverão ser implementadas de modo a atenuar os efeitos desse incremento de tráfego.

Dentre as ações de controle e de mitigação específicas, destacam-se aquelas voltadas a minimizar os impactos a bens públicos e privados localizados às margens das vias, decorrentes do acréscimo de fluxo veicular pelo empreendimento.

A singularidade de cada via de acesso exige a adoção de ações diferenciadas, de forma a contemplar os aspectos locacionais, socioeconômicos e físicos específicos. Na sequência, é apresentado o cenário projetado para cada uma dessas vias de acesso, assim como as respectivas ações de controle e/ou mitigação propostas.

I. Rodovia BA-001

A Rodovia BA-001 será utilizada como via de acesso pelo empreendimento durante toda a etapa de sua implantação, com fluxos de tráfego variados, a depender do estágio do projeto.

Durante a etapa de implantação, esta Rodovia receberá o fluxo referente ao transporte de mão de obra, insumos e equipamentos necessários às obras da retroárea, conforme detalhado no Estudo de Acessos (**Apêndice 3**). No período específico do mês 7 ao mês 10, a Rodovia será utilizada também para o transporte de rochas destinadas à implantação da área *offshore* do Porto Sul.

Durante a etapa de operação, esta Rodovia receberá como incremento somente o fluxo do transporte de trabalhadores e contratados diretos dos processos *offshore* do empreendimento Porto Sul.

Considerando-se as características estruturais e funcionais desta Rodovia, tanto no contexto físico quanto socioeconômico, cabe destacar que ações de controle preventivo deverão ser adotadas, visando assegurar a segurança do tráfego, dos moradores, transeuntes (veranistas), principalmente nos meses de intensificação da atividade turística na região.

Quando necessário, serão adotadas ações como manutenção adequada da pavimentação da Rodovia e utilização de redutores de velocidade, tendo em vista atenuar a vibração gerada pelo aumento do fluxo veicular na Rodovia. Se necessário, deverão ser implantadas barreiras acústicas em locais específicos de forma a atender as exigências de conforto acústico, conforme especificado pela norma ABNT NBR-10151.

II. Rodovia BA-648

A Rodovia BA-648 é caracterizada por trechos compostos de edificações simples e de baixa rigidez estrutural à margem da estrada - principalmente nas localidades de Aritaguá, São João de Aritaguá, Vila Vidal e Iguape. Há moradias postadas diretamente na pista, ou seja, em diversos trechos não foi respeitada a faixa de domínio da Rodovia, tampouco sua faixa de segurança, conforme evidenciado no **Estudo de Ruídos e Vibrações (Apêndice 6)**. Essas condições tornam necessárias a adoção de ações especiais de controle e/ou de mitigação para sua utilização segura pelo empreendimento. Dentre as ações propostas, destacam-se aquelas relativas ao controle das fontes e das condições de trafegabilidade passíveis de atenuar a propagação das ondas vibracionais.

Assim, a utilização desta Rodovia pelo empreendimento se dará de forma controlada, precedida de ações de manutenção apropriadas. O fluxo de veículos de carga necessário à etapa de mobilização da obra se dará por tempo exíguo (máximo 10 dias) e intensidade de tráfego reduzida, conforme demonstrado no **Estudo de Acessos (Apêndice 3)**.

A utilização desta Rodovia se dará a partir do momento zero da etapa de implantação. O fluxo de veículos de carga dar-se-á por absoluta necessidade de serem iniciadas as obras *onshore*, visto que todos os demais acessos a esta área (ponte sobre o rio Almada e via de Acesso ao Porto Sul), devem ter suas obras sendo iniciadas simultaneamente.

Na sequência, e durante os primeiros 6 (seis) meses, o tráfego de veículos nesta Rodovia acontecerá em uma frequência de cerca de 7 veículos por dia, limitados a no máximo 10 t (dez toneladas) de carga, além dos veículos leves e ônibus necessários ao transporte de pessoal. Cabe destacar que a construção da ponte sobre o rio Almada será realizada no período de 10 (dez) meses. Entretanto, a partir do 7º mês o acesso ao empreendimento será realizado pela BA-262/Estrada Municipal do Itariri/Acesso ao Porto Sul.

Diversas variáveis influenciam a vibração induzida pelo tráfego veicular na estrutura de edificações, conforme descrito no Estudo de Ruídos e Vibrações. Nesse contexto, cada uma dessas variáveis foi analisada de maneira específica de forma a minimizar a geração de vibração pelo fluxo veicular do empreendimento na BA-648. Como resultado, foram definidas as seguintes ações a serem adotadas pelo empreendimento:

1. Redução do fluxo de veículos pesados (cargas de 10 t a 30 t) pela Rodovia BA-648, o qual se limitará a quarenta viagens, durante um período de, no máximo, dez dias, conforme especificado pelo Estudo de Ruídos e Vibrações;
2. Correção das irregularidades da pista - desníveis, escavações, depressões e ondulações - e limitação de velocidade máxima de 5 km/h (considerada velocidade estática) aos veículos pesados, quando trafegarem nos trechos caracterizados como críticos, conforme evidenciado no Estudo de Acessos (**Apêndice 3**). Além disso, a utilização da BA-648 pelo empreendimento será restrita a, no máximo, um veículo de carga por hora. E, ainda,

caso seja do interesse da comunidade, os trechos da Rodovia que passam por Aritaguá, São João do Aritaguá, Vila Vidal e Iguape, poderão vir a ser asfaltados;

3. Elaboração de laudo técnico (produção antecipada de provas – “*ad pertuam rei memoriam*”) para todas as edificações existentes dentro da faixa de no mínimo 30 m (medida a partir do eixo central da Rodovia) nas laterais esquerda e direita da Rodovia BA-648, antes do início do tráfego de cargas necessárias à implantação do Porto Sul;
4. Realização de inspeção técnica visual das estruturas das edificações às margens da estrada, as quais deverão ser realizadas antes, durante e após a passagem dos veículos pesados. Durante os trajetos de ida e volta desses veículos pela Rodovia, um técnico especialista em edificação estrutural deverá acompanhar a mobilização de cada um dos quarenta (40) veículos de carga que irá trafegar pela Rodovia, com o objetivo de monitorar os efeitos do tráfego sobre as edificações mais frágeis;
5. Emprego de batedores quando do fluxo de veículos pesados pela Rodovia por medida de segurança da comunidade.

Com relação ao fluxo de veículos menores pela Rodovia BA-648, o empreendimento utilizará esta via para o transporte de equipamentos de apoio durante os seis primeiros meses de implantação do projeto, conforme exposto no **Quadro 8.3** do Estudo de Ruídos e Vibrações. Este fluxo será inferior a sete veículos por dia, em média. Sendo este valor pouco significativo se comparado ao tráfego já existente nesta Rodovia, o incremento de tráfego na Rodovia pelo empreendimento não é significativo face à utilização da BA-648 pela comunidade, conforme evidenciado do Estudo de Acessos (**Apêndice 3**).

No tocante a bens públicos, três obras de arte associadas ao patrimônio histórico da região estão localizadas nesta Rodovia. Essas edificações serão objeto de avaliação estrutural na fase de pré-implantação do empreendimento, em virtude principalmente da idade das construções, de evidências da ausência de manutenção e do seu estado atual de conservação. São elas:

- A Capela Nossa Senhora de Lourdes, datada de 1904, localizada à margem da Rodovia, no vilarejo de São João de Aritaguá – conforme **Figura 8.2** do Estudo de Ruídos e Vibrações;
- A antiga Estação Ferroviária de Aritaguá, localizada à margem da Rodovia, na fazenda São Thiago – conforme **Figura 8.3** do Estudo de Ruídos e Vibrações.
- A Capela São Thiago, localizada na fazenda São Thiago, a aproximadamente 80 m da estrada – conforme **Figura 8.4** do Estudo de Ruídos e Vibrações.

Em função do resultado do laudo técnico específico para cada uma das 3 (três) edificações, serão adotadas as medidas necessárias à proteção dos patrimônios. Estes aspectos estão abordados no **Apêndice 17** deste documento de resposta ao PT do IBAMA.

III. Rodovia BA-262

A utilização da BA-262 pelo empreendimento está prevista para a partir do mês 7 (sete) da fase de implantação, quando está prevista a conclusão do acesso ao Porto Sul. Nesta fase, a Rodovia será utilizada pelo empreendimento para o transporte de mão de obra, insumos e

equipamentos destinados às obras *onshore* da BAMIN e às obras *onshore* e *offshore* do Porto Público, além do transporte de rochas à retroárea. Neste caso, as rochas serão armazenadas na área *onshore* do Porto Sul até o mês 10 (dez), quando será concluída a ponte sobre o rio Almada, o que permitirá o transporte interno de rocha até a área *offshore*. Durante a fase de operação, a Rodovia BA-262 será utilizada no transporte de insumos e de etanol.

Quando necessário, serão adotadas ações como manutenção adequada da pavimentação da Rodovia e utilização de redutores de velocidade, tendo em vista reduzir a vibração gerada pelo aumento do fluxo veicular na Rodovia pelo incremento de tráfego associado ao empreendimento. Em se evidenciando ser necessário, deverão ser implantadas barreiras acústicas em locais específicos, de forma a atender as exigências de conforto acústico, conforme especificado pela norma ABNT NBR-10151.

IV. Acesso ao Porto Sul

No projeto de implantação do acesso ao Porto Sul, está assegurada a requalificação da Estrada Municipal do Itariri, enquanto via de acesso obrigatória, visto que interliga a portaria do empreendimento à BA-262.

A requalificação proposta abrange o asfaltamento da pista para evitar irregularidades, a implantação de obras de arte corrente (bueiros e drenagens), a retificação de curvas, a atenuação de aclives e de declives. Será mantida uma pista de 7,0m (sete metros) de largura e uma faixa de domínio de 30 m (trinta metros). O detalhamento deste projeto é apresentado na Caracterização do Empreendimento constante do Estudo de Acessos (**Apêndice 3, Parte II**).

No contexto do tema em análise, importa a definição da faixa de domínio, isto porque a zona *non aedificandi* inserida nesta faixa de domínio atua como agente atenuador das ondas de vibração geradas pelo fluxo de veículos na referente via de acesso, em relação principalmente à comunidade presente no entorno deste acesso.

Além das ações de atenuação já mencionadas, deve-se considerar a necessidade de que seja mantida a velocidade máxima de 60 km/h em todo o trajeto, de forma a reduzir a indução de vibração pelo terreno, conforme descrito no Estudo de Ruídos e Vibrações. O conjunto dessas ações principais resultará na minimização dos efeitos sentidos pela estrutura das edificações lindeiras (os quais estão associados à vibração gerada pelo fluxo de veículos pesados neste novo acesso).

No tocante ao conforto acústico, quando necessário, deverão ser implantadas barreiras acústicas em locais específicos, de forma a atender as exigências especificadas pela norma ABNT NBR-10151.

Informações adicionais referentes aos temas diagnóstico, prognóstico e ações de controle e/ou de mitigação relativas a cada uma das quatro vias de acesso referenciadas estão contidas no Estudo de Ruídos e Vibrações do Porto Sul, conforme sumarizado no **Quadro 1**.

Quadro 1 - Identificação da Itemização Correlata Conforme Estudo de Ruídos e Vibrações

Vias de Acesso	Diagnóstico	Prognóstico	Ações de Controle e/ou de Mitigação
BA-648	Item 6.3.1	Item 7.4	Item 8.4
BA-001	Item 6.3.2 (pg.44)	Item 7.5	Item 8.5
BA-262	Item 6.3.4	Item 7.9	Item 8.9
Acesso ao Porto Sul	Item 6.3.5	Item 7.10	Item 8.10

▪ **Comentário 185 – página 75, parágrafo 5.**

Ainda sobre esse tema, a Avaliação dos Impactos Ambientais (AIA) apresentou de maneira aparentemente satisfatória a listagem de processos e tarefas do empreendimento e as suas possíveis interferências com fatores socioambientais, detectando aqueles possíveis geradores de alteração na qualidade do ar (dentre outros). Também foi apresentado a caracterização deste impacto, as ações que o geram, sua descrição, valoração, medidas mitigadoras e o programa ambiental associado: Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar, Ruídos e Vibrações da Construção (tal programa também é correlato a outros impactos, tanto na instalação quanto na operação do Porto). A descrição deste Programa, de uma maneira geral, aborda corretamente este impacto negativo, reconhecendo sua relevância. Como não ficou claro um inventário ou modelagem de dispersão dos impactos desse Programa (no caso de dispersão de MPS, ruídos e vibrações não controlados e controlados), é recomendado que estes prognósticos/estimativas sejam motivo de complementação ao EIA. Isso, visto a necessidade específica em se conhecer previamente aquilo (a dinâmica) do que se vai monitorar e onde, preferencialmente, se deve realizar os monitoramentos (nos locais mais sensíveis, devendo se iniciar juntamente ao início das obras, se convertendo em respostas mais sobre o quão efetivo estará ocorrendo por parte do empreendedor a aplicação das medidas mitigadoras, elencadas na AIA, e a preservação da qualidade ambiental). Pois, estes são tipos de impactos que devem ser mitigados logo nos primeiros momentos de sua geração, já que a correção a danos causados pode ser de grande complexidade.

▪ **Resposta ao Comentário 185:**

O Estudo Complementar do EIA Porto Sul – Ilhéus – Bahia - Diagnóstico e Prognóstico da Qualidade do Ar – CPM RT 306/11, apresentado no **Apêndice 5**, contempla o monitoramento dos poluentes de interesse (para definição de um cenário background), além do inventário das fontes de poluição do Porto Sul e a modelagem matemática de dispersão desses poluentes na atmosfera.

O inventário das fontes de poluição do Porto Sul foi elaborado considerando a movimentação de todos os materiais manuseados no porto. Para cálculo das taxas de emissões foram adotados os fatores de emissões encontrados no AP-42 (*Compilation of Air Pollutant Emission Factors*) da US EPA. Um fator de emissão é um valor representativo que tende a relacionar a quantidade de poluente emitida com a atividade ligada ao lançamento do poluente. Esses fatores são usualmente expressos como massa do poluente dividido por uma unidade de massa, volume, distância ou duração da atividade emissora de poluentes (ex. quilograma de partícula emitida por tonelada de carvão queimado). Esses fatores facilitam a estimativa de emissões das fontes de poluição do ar.

A modelagem matemática da dispersão de poluentes na atmosfera foi realizada com o modelo AERMOD, homologado pela US EPA, na qual foram simulados diversos cenários com os

parâmetros PTS, PM₁₀ e PM_{2,5}, além de estudos complementares para observar a deposição do material particulado na região de estudo. Já o monitoramento da qualidade do ar vem sendo realizado desde 19/09/2011 em três locais apontados por especialistas em poluição atmosférica com amostragens em intervalos a cada seis dias para os parâmetros PTS, PM₁₀, SO₂ e NO₂. Nessas localidades também são monitorados os parâmetros meteorológicos que auxiliam nas conclusões do monitoramento da qualidade do ar.

A avaliação do cenário de interferência de ruído e vibração do Porto Sul considera os aspectos específicos das atividades a serem desenvolvidas pelo empreendimento e a potencialidade dos efeitos sentidos pela comunidade durante as fases de implantação e operação do projeto.

A consolidação integrada dos aspectos locacionais do meio físico da região com as atividades emissoras de ruído e vibração previstas no empreendimento, aliada à fundamentação técnica e às características específicas dos receptores do entorno, resultou no desenvolvimento projetional do cenário de ruído e de vibração do Porto Sul.

Nesse contexto, foi elaborado o **Estudo de Ruídos e Vibrações** do Porto Sul (**Parte II - Apêndice 6**), de caráter preliminar, no qual foram caracterizados os efeitos passíveis de ocorrer tanto no que tange ao ruído quanto à vibração, a partir da identificação dos potenciais receptores. Como os dados apresentados neste Estudo são de natureza qualitativa, daí seu caráter preliminar, será por meio da implantação do Plano de Monitoramento proposto no referido estudo que se fará possível confirmar o nível de criticidade preliminarmente atribuído a cada uma das fontes receptoras.

Diante do exposto, a partir dos potenciais efeitos sentidos nos receptores, foram evidenciadas nove atividades associadas, direta ou indiretamente, ao Porto Sul passível de criticidade no tocante a ruído e vibração face às exigências legais pertinentes; a saber: (1) ponte *onshore-offshore*, (2) canteiro de obras *offshore*, (3) incremento de tráfego na rodovia BA-648, (4) incremento de tráfego na rodovia BA-001, (5) pátio e oficinas de manutenção de vagões e de locomotivas, (6) Pedreira Aninga da Carobeira, (7) acesso ferroviário, (8) incremento de tráfego na rodovia BA-262, (9) incremento de tráfego na Estrada Municipal do Itariri / Acesso ao Porto Sul.

Para cada um dos nove processos foram identificados os potenciais receptores do entorno passíveis de serem significativamente afetados no que diz respeito à ruído e vibração e avaliadas as respectivas fragilidades relativas ao tema. Diante das fragilidades dos receptores, foram desenvolvidas ações a serem adequadamente implantadas pelo empreendimento de forma a solucionar e/ou atenuar os impactos, priorizando-se a atuação preventiva.

A seguir são apresentadas as principais ações de mitigação e controle previstas a cada uma das nove fontes emissoras de **Estudo de Ruídos e Vibrações** do Porto Sul.

Quanto à Pedreira Aninga da Carobeira

A compatibilização do Plano de Fogo da Pedreira Aninga da Carobeira com o respectivo Plano de Monitoramento de Ruído e de Vibrações específico para a Pedreira, é uma das ações de caráter preventivo que será adotada pelo empreendimento com vistas ao atendimento aos limites normativos. Maiores detalhes referentes ao prognóstico e às ações de controle e/ou de mitigação da Pedreira Aninga da Carobeira podem ser encontrados, respectivamente, no

Estudo de Ruídos e Vibrações (Parte II do Apêndice 6), bem como no Estudo Ambiental da Pedreira (**parte II do Apêndice 4**).

Quanto à Estrada Municipal do Itariri e Acesso ao Porto Sul

A presença esparsa de residências nas proximidades da Estrada Municipal do Itariri e Acesso ao Porto Sul exige atenção especial. Neste contexto, será implantada a faixa de domínio de 30 metros para esta via rodoviária, a qual corresponde a uma faixa *non aedificandi*. Ou seja, trata-se de uma faixa de segurança entre a pista e toda e qualquer edificação existente. A via de acesso será asfaltada para minimizar as irregularidades na pista, e a velocidade máxima será limitada a 60 km/h. O conjunto das ações de requalificação deste acesso resultará na minimização dos efeitos passíveis de serem sentidos pela estrutura das edificações lindeiras, devido à vibração gerada pelo incremento do fluxo de veículos neste acesso, incluindo-se os “veículos pesados”. No caso de ruído, quando necessário, serão implantadas barreiras acústicas em locais específicos de forma a atender às exigências definidas na norma ABNT NBR-10151. Conforme mencionado no **Estudo de Ruídos e Vibrações**, estas barreiras podem ser representadas pelo plantio de espécies arbóreas de forma a conformar uma área de *buffer* passível de atenuar a propagação das ondas sonoras. Maiores detalhes referentes ao prognóstico e às ações de controle e/ou de mitigação associadas a este acesso podem ser encontrados no **Estudo de Ruídos e Vibrações**.

Quanto à intensificação do tráfego de veículos na BA-001 e na BA-262

No caso das rodovias BA-001 e BA-262, o acréscimo do fluxo de veículos em decorrência do empreendimento pode alterar o nível de conforto acústico existente nas comunidades lindeiras às estradas. Ações como a constante e adequada manutenção da pista e controle de velocidade dos veículos associados ao empreendimento, serão adotadas como forma de minimizar a vibração referente ao acréscimo do fluxo rodoviário. Nos locais em que se fizerem necessárias, barreiras acústicas serão implantadas para assegurar o cumprimento da norma ABNT NBR-10151. O detalhamento do prognóstico e das ações de controle e/ou de mitigação na BA-001 e BA-262 podem ser encontrados, no **Estudo de Ruídos e Vibrações**.

Quanto à intensificação do tráfego de veículos na BA-648.

A rodovia BA-648 é caracterizada por trechos compostos de edificações simples e de baixa rigidez estrutural à margem da estrada - principalmente em Aritaguá, São João de Aritaguá, vila Vidal e Iguape -, e pela proximidade das moradias com a pista. Estas condições conferem fragilidade especial à utilização desta rodovia, tornando necessárias ações especiais de controle e/ou de mitigação para assegurar sua utilização pelo empreendimento, em conformidade com os padrões de segurança associados.

Ciente deste cenário decidiu-se pela redução significativa da utilização desta via de acesso pelo empreendimento. Quanto aos veículos pesados (veículos com tara entre 10 e 30 t), esta redução resultou no tráfego de apenas 40 veículos, perfazendo um total de 80 viagens (40 de ida e 40 de volta), durante um período de, no máximo, dez dias. Esta quantidade será apenas aquela necessária e suficiente para iniciar a construção do primeiro canteiro de obras na planta do empreendimento, visando à construção da ponte sobre o rio Almada e demais estruturas iniciais de apoio.

Está prevista também a utilização desta rodovia para o transporte de insumos, pessoal e maquinários de pequeno porte durante os primeiros seis meses da fase de implantação do

Porto Sul. Neste caso, a utilização da rodovia ocorrerá pela passagem de veículos menores, tais como veículos de passeio, ônibus e caminhões menores, limitados a no máximo 10 t de carga, conforme especificado no **Estudo de Ruídos e Vibrações**. O fluxo desses veículos pela rodovia ocorrerá na frequência de cerca de sete veículos por dia. Cabe destacar que, embora a conclusão da construção da ponte sobre o rio Almada ocorra no 10º mês, a partir do mês sete o acesso ao empreendimento poderá ser realizado pela BA 262 / Estrada Municipal do Itariri / Acesso ao Porto Sul.

A velocidade máxima dos referidos veículos será limitada a 5 km/h (considerada velocidade estática), nos trechos classificados como críticos, conforme critérios específicos definidos em avaliação constante do Estudo de Acessos. Além disto, será realizada previamente ao início da sua utilização pelo empreendimento, a inspeção estrutural das edificações às margens da estrada de forma a identificar a presença de eventuais edificações com nível de fragilidade tão crítico que possam vir a requerer a adoção de ações preventivas adequadas, durante e após a mobilização dos veículos. Soma-se a isto a realização de inspeções durante o tráfego de veículos pesados, bem como após sua passagem, permitindo que sejam identificadas quaisquer eventuais alterações no cenário estrutural de fragilidade pré-existente. Por fim, por medida de segurança da comunidade, será empregado o uso de batedores quando do fluxo de veículos pesados pela rodovia.

Não está previsto o monitoramento de ruído na rodovia BA-648. A utilização dos veículos pesados pelo curto período de dez (10) dias, sendo um (1) veículo por hora, não é significativa para alterar o nível de conforto acústico da comunidade do entorno, assim como o incremento do fluxo diário pelos sete (7) veículos a serem utilizados pelo empreendimento durante os seis primeiros meses de implantação.

Quanto à Ponte *Onshore-Offshore*

A ponte que fará a ligação entre as áreas *onshore* e *offshore* do empreendimento pode vir a ser considerada crítica quanto à emissão do **Estudo de Ruídos e Vibrações**, tanto na fase de implantação quanto na fase de operação face à presença de edificações no seu entorno. Com vistas à minimização dos efeitos gerados durante a etapa de execução das obras, se necessário, os canteiros utilizados na construção civil da ponte serão instalados em locais mais distantes dos receptores potenciais.

Durante a fase de operação, o ruído gerado pelo tráfego de veículos na ponte e pelas correias transportadoras pode resultar em desconforto acústico às comunidades do entorno. No caso do ruído rodoviário, o emprego de pavimentação adequada nas vias da ponte, assim como a utilização de redutores de velocidade, reduzirá o efeito sonoro. No caso das correias transportadoras, o empreendimento reconhece a importância da adoção de procedimentos criteriosos de manutenção preventiva tendo em vista manterem o ruído gerado dentro de limites normativos, não passíveis de causar desconforto acústico à comunidade. Caso o monitoramento de ruído, que será realizado inclusive nos locais onde estão situados os receptores potenciais, indicar níveis superiores aos estabelecidos pela norma ABNT NBR-10151, serão implantadas barreiras acústicas específicas com vistas a atenuar a propagação do ruído gerado pelas correias transportadoras e/ou pelo tráfego de veículos na ponte. Estas questões encontram-se detalhadas no **Estudo de Ruídos e Vibrações**.

Quanto ao Acesso Ferroviário e às Oficinas de Vagões e de Locomotivas.

A significativa distância entre as comunidades do entorno e os locais onde se realizarão as atividades associadas ao pátio, aos processos de manutenção das locomotivas e dos vagões nas dependências do Porto Sul, tende a proporcionar a atenuação suficiente pelo solo das ondas de vibração geradas pelas respectivas operações ferroviárias. Já no caso do ruído, a atenuação pelo ar das ondas sonoras geradas nessas atividades pode não ser suficiente, devido, principalmente, à direção predominante dos ventos na região - Leste a Oeste. Vale destacar que a partir da implantação do monitoramento de ruído onde se pontuar a necessidade de atenuação deste efeito, ações como barreiras acústicas e redução do limite de velocidade dos comboios deverão ser adotadas. O **Estudo de Ruídos e Vibrações** apresenta o detalhamento destas questões, respectivamente.

Quanto ao Canteiro de Obras Offshore

O canteiro de obras offshore completa a lista de processos associados ao empreendimento e identificados como passíveis de criticidade no tocante a **Ruídos e Vibrações**. Neste caso, se confirmado pelo Plano de Monitoramento o efeito de desconforto aos receptores potenciais, o ruído gerado por estas atividades será adequadamente resolvido pela adoção de barreiras acústicas específicas a serem implantadas junto ao local das respectivas atividades – onde estão localizadas as fontes geradoras.

A eficácia do desempenho das ações de controle e/ou de mitigação adotadas pelo empreendimento será avaliada por meio do Plano de Monitoramento de Ruído e Vibração do Porto Sul. Este monitoramento deverá ser entendido como um instrumento de controle para a garantia do cumprimento das exigências legais referentes à segurança e ao conforto acústico das comunidades passíveis de serem afetadas pelas atividades do empreendimento.

Comentário 186 – página 76, parágrafo 2.

Esclarecer como se deu a caracterização da qualidade do ar, ruídos e vibrações da região.

- Resposta ao Comentário 186 – página 76, parágrafo 2:

O Estudo de Qualidade do Ar foi desenvolvido com o objetivo principal de avaliar os impactos sobre a qualidade do ar decorrentes da implantação do Porto Sul na região de Aritaguá em Ilhéus-BA. Para tanto foram realizados o diagnóstico e o prognóstico da área de influência do empreendimento, considerando os aspectos de conformidade legal dos principais poluentes de interesse, com o intuito final de estabelecer estratégias para o controle e a preservação da qualidade do ar.

O diagnóstico da qualidade do ar se deu por meio de medições ambientais dos parâmetros partículas totais em suspensão (PTS), partículas menores que 10 µm (PM10), dióxido de enxofre (SO₂) e óxidos de nitrogênio (NO_x), expressos como NO₂, além de parâmetros de meteorologia como direção e velocidade do vento, temperatura, umidade relativa do ar, pressão atmosférica e precipitação. As medições ambientais foram realizadas em três locais estratégicos: Estação São Jorge, Estação São José e Estação Juerana. Para determinação dos pontos de monitoramento, foi realizada uma visita técnica à região de estudo com o objetivo de reconhecer a área e observar aspectos topográficos e meteorológicos nas localidades identificadas como possíveis pontos de monitoramento. Além de estabelecer os pontos de monitoramento, foi possível observar fatores ou atributos que pudessem ser incorporados ao estudo de qualidade do ar tanto na identificação de fontes emissoras importantes quanto na identificação de receptores discretos.

O Prognóstico da qualidade do ar foi realizado com a utilização de modelo matemático para simulação da dispersão de poluentes na atmosfera, o sistema AERMOD, homologado pela Agência de Proteção

Ambiental Norte-Americana - US EPA e amplamente aplicado a problemas de poluição do ar em diversos estudos ao redor do mundo.

Inicialmente, é elaborado o inventário de fontes contendo todas as emissões das movimentações dos materiais manuseados no Porto Sul. Esse inventário baseia-se nos fatores de emissões encontrados no AP-42 (Compilation of Air Pollutant Emission Factors) da US EPA.

Os modelos regulatórios permitem uso de fontes pontuais, como chaminés, tipo volume, como tanques, ou tipo área, com duas dimensões de importância.

Após elaboração do inventário de fontes, é feita a inserção das fontes no modelo de simulação de dispersão adotado. As fontes foram agrupadas como fontes do tipo área, e as emissões de todas as movimentações foram homogeneizadas dentro da área criada, ou seja, existem sete fontes do tipo área criadas, são elas: Pátio de Minério de Ferro BAMIN, Pátio de Minério de Ferro Porto Público, Silo de Fertilizante, Silo de Clínquer, Silo de Soja, Ponte de Acesso e Pêr de Carregamento e Descarregamento.

Finalizado o processo de inserção das fontes no modelo, é realizado o processamento dos dados meteorológicos e topográficos que servem como dados de entrada para o modelo de simulação da dispersão. Posteriormente, o modelo propriamente dito é executado para gerar os cenários de máximas concentrações e médias anuais.

Os cenários gerados pelo modelo matemático de dispersão de poluentes na atmosfera são obtidos com metodologia conservadora para prever as situações mais adversas em relação às alterações na qualidade do ar, ou seja, as movimentações são frequentes durante 24 horas por dia, em todos os dias do ano, adotando a demanda máxima prevista para cada material. Dessa forma, os resultados apresentados remetem às piores situações passíveis de acontecer na região de estudo.

Os resultados e discussões do Diagnóstico e Prognóstico estão apresentados no Estudo Complementar do EIA Porto Sul – Ilhéus – Bahia - Diagnóstico e Prognóstico da Qualidade do Ar - CPM RT 306/11.

O Estudo de R&V foi elaborado com o objetivo maior de prover ao empreendimento a identificação de ações apropriadas à garantia da manutenção do nível atual de segurança e de conforto acústico da comunidade presente no entorno do empreendimento, face às exigências legais pertinentes.

Para tanto, foi desenvolvida, como atividade inicial, visita de reconhecimento de campo, realizada por equipe constituída por especialista na área de ruído e vibração e especialistas na área de engenharia estrutural. Esta visita teve como objetivo específico promover o reconhecimento da área de intervenção e de seu entorno, visando identificar os atributos naturais e/ou incorporados a esta área que pudessem imputar ao cenário de referência fragilidades, quer seja no tocante à pré-existência de eventuais fontes significativas de emissão de R&V, quer seja no tocante à presença de potenciais receptores críticos.

Na sequência, por meio da análise do projeto de engenharia, foram identificadas e qualificadas, de forma preliminar, (i) as fontes emissoras potenciais associadas ao empreendimento durante as fases de implantação e de operação e (ii) a confirmação dos receptores passíveis de serem considerados críticos no tocante a R&V.

Dependendo do cenário, os atributos do meio físico e do meio biótico, no tocante à presença de cobertura florestal, podem atuar como atenuadores ou intensificadores tanto da propagação do ruído pela atmosfera como da propagação de vibrações pelo solo. Nesse contexto, na etapa seguinte, as características principais dos atributos naturais presentes na região foram analisadas e interpretadas de forma a integrá-las ao desenvolvimento do Estudo.

Na terceira etapa, as atividades associadas ao Porto Sul passíveis de serem consideradas críticas no tocante a R&V, durante as fases de implantação ou de operação, foram discutidas com o corpo

técnico dos empreendedores, resultando na concepção e proposição de ações de controle e/ou de mitigação a serem incorporadas ao empreendimento.

Para a definição do grau de criticidade das fontes e dos receptores, foram definidos critérios específicos, fundamentados no arcabouço normativo existente. O Capítulo 4 do Estudo de R&V (**Apêndice 6**) detalha o procedimento metodológico adotado na realização do referido Estudo.

▪ **Comentário 290 – página 128, parágrafo 4.**

Para Patrimônio Histórico Arqueológico e Imaterial, indica que deve ser avaliado o cenário do aumento da circulação de veículos, principalmente caminhões, assim como abertura de vias de acesso, que, em longo prazo poderiam comprometer a estrutura de bens arquitetônicos, tais como capelas, sedes de fazendas, estações ferroviárias.

▪ **Resposta aos Comentários 290:**

Dentre as obras associadas ao patrimônio histórico da região, três estão localizadas na Rodovia BA-648: a Capela Nossa Senhora de Lourdes, em São João de Aritaguá, a antiga Estação Ferroviária de Aritaguá, e a Capela São Thiago. Conforme previsto no Estudo de Ruídos e Vibrações, essas três obras serão objeto de avaliação estrutural na fase de pré-implantação do empreendimento.

Vale destacar que além dessas, o Município de Ilhéus detêm outras edificações consideradas de valor histórico e cultural. Ressalta-se que não há previsão de interferências causadas direta ou indiretamente pelo empreendimento em outras edificações de valor histórico e cultural, inclusive as localizadas na sede de Ilhéus.

Isso se deve ao fato das distâncias relativas entre o empreendimento e as demais obras do patrimônio municipal serem suficientes para não permitir a ocorrência de quaisquer efeitos adversos decorrentes de propagação das fontes de ruído e vibração associadas ao empreendimento. A conformação natural do relevo da área de intervenção do projeto atua, também, como barreira natural a essas propagações. Merece destacar que os níveis de Ruídos e Vibrações gerados pelas detonações de explosivos na Pedreira Aninga não exercerão influência sobre a segurança estrutural das edificações do município, sejam elas pertencentes ou não ao patrimônio histórico da região, e tampouco ao conforto acústico da comunidade.

Deve-se considerar, ainda, que não haverá fluxo de veículos pesados vinculado ao empreendimento Porto Sul trafegando pela sede do município.

Essas afirmações deverão ser comprovadas tecnicamente por meio do Plano de Monitoramento de Ruídos e Vibrações a ser implantado pelo Porto Sul, visando, inclusive, assegurar à comunidade e aos órgãos oficiais competentes a comprovação e a transparência das ações pontuadas no Estudo de Ruídos e Vibrações. Considerando-se que este estudo teve natureza qualitativa, caso o monitoramento coloque em dúvida ou não comprove quaisquer de suas afirmações, serão adotadas ações pertinentes com vistas a garantir a segurança estrutural das eventuais edificações afetadas, independentemente de serem associadas ao patrimônio histórico ou não.

Por fim, em uma eventual manifestação de desconforto da comunidade referente ao tema, pontos adicionais de medição de Ruídos e Vibrações e avaliações complementares de

interferência estrutural nas edificações existentes serão realizados pelo Porto Sul de forma a resgatar o sentimento de tranquilidade, conforto e segurança da comunidade.

▪ **Comentário 291 – página 128, parágrafo 5.**

A avaliação do cenário descrito (o cenário do aumento da circulação de veículos, principalmente caminhões, assim como abertura de vias de acesso, que, a longo prazo poderiam comprometer a estrutura dessas construções, tais como capelas, sedes de fazendas, estações ferroviárias abandonadas, mas testemunhos do processo de urbanização), deve ser contemplado no EIA.

▪ **Resposta ao Comentário 291:**

A resposta a este comentário já foi contemplada pela resposta ao Comentário 290.

▪ **Comentário 296 – página 130, parágrafo 5:**

Sobre as ações geradoras de impactos de aumento de ruídos e vibrações na fase construtiva (A.16), as mesmas parecem listar genericamente a maioria das atividades a serem realizadas. Por outro lado, as medidas mitigadoras listadas são insuficientes para bloquear os efeitos indesejáveis, visto terem sido exibidas apenas medidas no âmbito de uma pedreira.

▪ **Resposta ao Comentário 296:**

O Estudo específico de Ruídos e Vibrações ao Porto Sul foi elaborado de forma a complementar as informações apresentadas no EIA do empreendimento. O objetivo principal deste Estudo consistiu no diagnóstico e no prognóstico da região do entorno face à implantação e à operação do Porto Sul, considerando os efeitos de conforto e segurança da comunidade. Em relação ao cenário projetado, ações de controle e/ou de mitigação foram previstas tendo em vista o cumprimento do regimento legal pertinente.

Importante destacar que Ruídos e Vibrações são características intrínsecas de todo o maquinário e equipamentos em geral, e constituem parte integrante da dinâmica operacional desses elementos mecânicos. Sob o enfoque ambiental, a criticidade de fontes emissoras está relacionada não somente à faixa de frequência e aos níveis elevados de Ruídos e Vibrações emitidos, mas também às fragilidades dos receptores.

Nesse contexto, assume-se como premissa que a criticidade de uma fonte não deve ser analisada de forma absoluta, e sim de maneira relativa. Esta deve ser avaliada considerando os potenciais efeitos que a respectiva atividade pode vir a causar nos receptores potenciais.

Diante do exposto, em complementação ao impacto A.16 descrito no EIA, o Estudo em questão evidenciou nove potenciais atividades (ações) geradoras de aumento de ruídos e vibrações na fase de implantação (construtiva) do Porto Sul, as quais são consideradas passíveis de criticidade no tocante aos efeitos sentidos nos receptores potenciais. As atividades identificadas são listadas a seguir, e referenciadas nos mapas das **Figuras 1 e 2**.

1. Ponte *Onshore-Offshore*;
2. Canteiro de Obras *offshore*;

3. Rodovia Estadual BA-648;
4. Rodovia Estadual BA-001;
5. Pátio e Oficinas de Vagões e Manutenção de Locomotivas;
6. Pedreira Aninga da Carobeira;
7. Acesso Ferroviário Interno;
8. Rodovia Estadual BA-262;
9. Acesso ao Porto Sul – interligada à Estrada Municipal de Itariri.

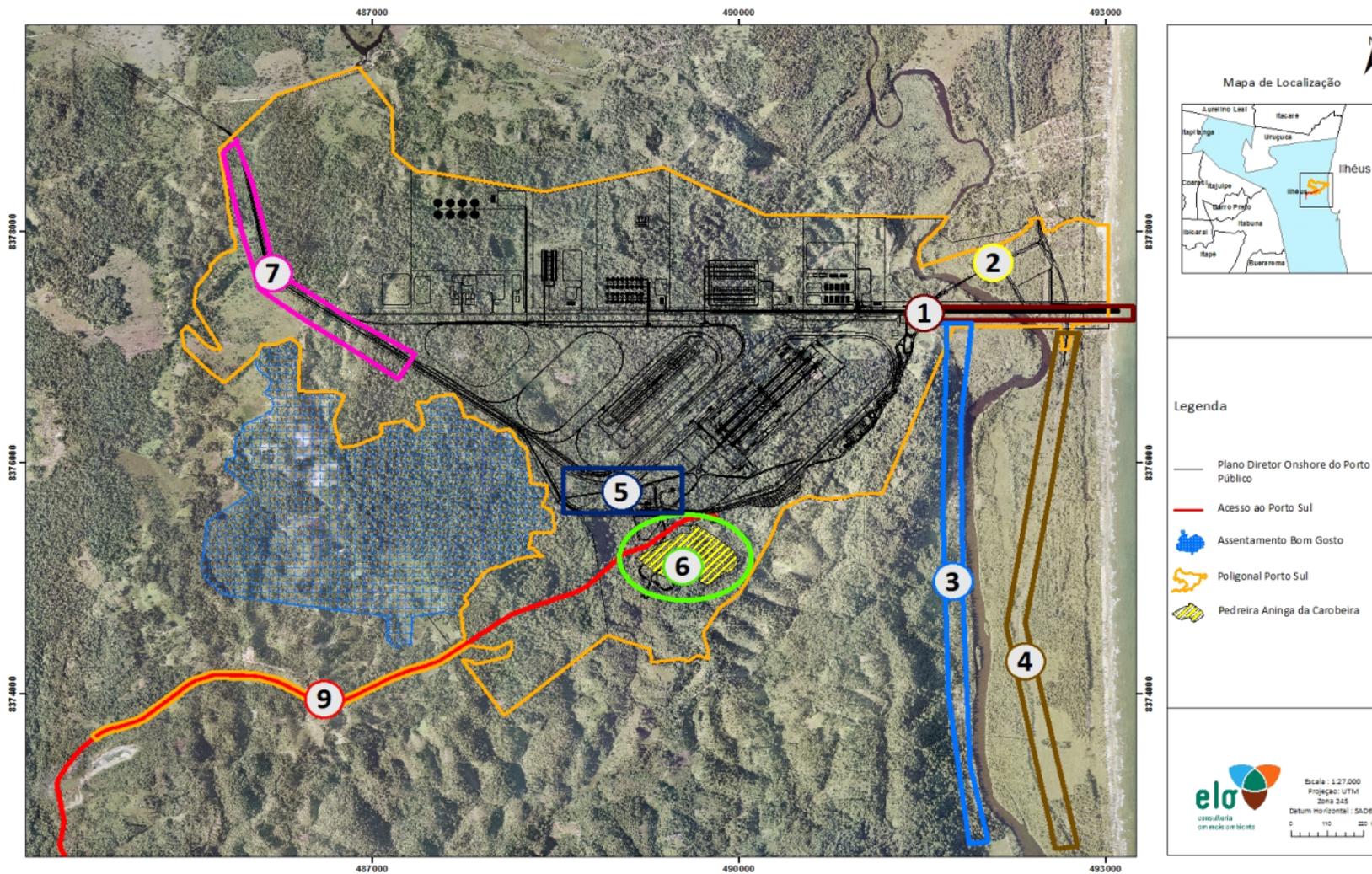


Figura 1 - Mapeamento do Entorno do Empreendimento, com Destaque para Oito das Nove Fontes do Porto Sul Passíveis de serem Críticas no Tocante a Ruídos e Vibrações

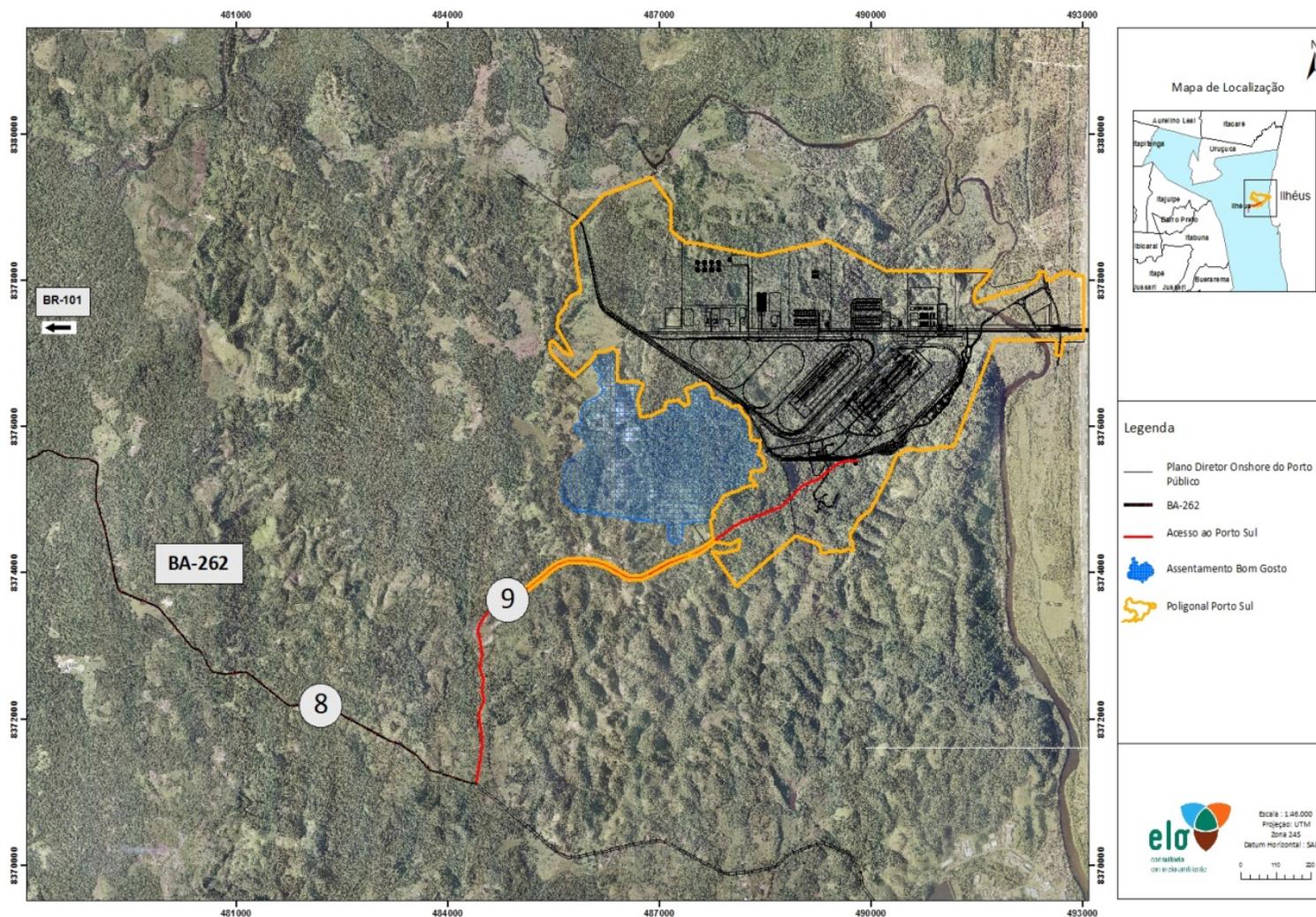


Figura 2 - Mapeamento da Região do Empreendimento, com Destaque para duas das Nove Fontes do Porto Sul Passíveis de serem Críticas no Tocante a Ruídos e Vibrações

A seguir, cada uma das nove fontes identificadas é objeto de avaliação, considerando o cenário da fase de implantação do Porto Sul. Para cada caso, as ações de mitigação previstas são apresentadas, de forma a serem implantadas quando necessário, tendo em vista o regimento legal pertinente.

(1) Ponte *Onshore-Offshore*

A potencial criticidade dessa fonte é justificada pela proximidade com as comunidades de Vila Juerana (situada ao Norte do empreendimento) e, principalmente, do Condomínio Japar (situado ao Sul do empreendimento).

Durante a fase de implanta, são previstas no local a movimente e operae de maquinários em geral, equipamentos pesados e veículos de carga vinculados às obras não são da ponte em questão, como tambem do pier provisório, da armadura do quebra-mar e de estruturas marítimas.

No caso de constatae pelo plano de monitoramento de níveis elevados de ruído e/ou de vibrae nos receptores, será avaliada a eventual implantae de barreiras acústicas provisórias especificas para este fim.

(2) Canteiro de Obras *Offshore*

O canteiro de obras *offshore*  um local onde serão realizadas atividades diversas voltadas a obras da ponte de acesso ao pier, do quebra-mar e de dragagem - atividades essas passíveis de gerar níveis elevados de ruído, inclusive de caráter impulsivo.

A proximidade das comunidades ao Norte, como, por exemplo, a Vila Juerana, faz com que essa região possa ser caracterizada como potencial receptora do ruído em questão. Nesse caso específico, devido  localizae relativa entre fonte/receptor, a influência dos ventos  indiferente na propagae sonora, e tambem não há a presença de elevaes significativas do terreno que possam contribuir para a atenuae do ruído propagado.

Como ae de controle a ser adotada, será mantida e intensificada a cobertura florestal já existente ao redor do local do canteiro de obras, de forma a caracterizá-la como uma área de *buffer*. De altura mediana, em torno de 3 m, essa vegetae poderá atuar como barreira acústica natural, reduzindo a propagae dos níveis de ruído gerados no local, desde que mantido seu significativo adensamento. Se necessário, serão tambem implantadas barreiras acústicas adicionais para essa fonte de ruído.

Ressalta-se que, a priori, tanto o canteiro de obras *onshore* como o canteiro de obras da Pedreira não são considerados como potenciais fontes críticas de Ruídos e Vibraes. A considerae  fundamentada no fato de ambos os canteiros estarem distantes de eventuais receptores potenciais – como, por exemplo, o assentamento Bom Gosto e os vilarejos Carobeira de Baixo e Carobeira de Cima – e separados por relevos de topografia elevada, favorecendo a atenuae acústica e vibracional das emissões de R&V geradas pelas atividades desses locais.

(3) Rodovia Estadual BA-648

A Rodovia é caracterizada, principalmente em Aritaguá, São João de Aritaguá, Vila Vidal e Iguape, pela presença de edificações de caráter estrutural frágil. Aliado a isso, a ausência de faixa de segurança entre moradias e a pista, em alguns trechos da estrada, conferem fragilidade específica à Rodovia, a qual demanda atenção especial quando da sua utilização pelo empreendimento.

Conforme descrito no Estudo de Ruídos e Vibrações do Porto Sul disponível na **Parte II do Apêndice 6**, diversas variáveis influenciam na vibração induzida pelo tráfego veicular na estrutura de edificações. Diante das fragilidades apontadas para a utilização da BA-648 pelo empreendimento, esforços técnicos foram envidados de forma a adotar ações de controle, inclusive preventivo, e/ou de mitigação pertinente, tendo em vista minimizar as emissões de vibração nesta Rodovia.

Nesse contexto, o tráfego de veículos pesados, carregados, a utilizar a Rodovia BA-648 como via de acesso ao empreendimento se limitará a quarenta viagens de veículos com carga. Além da redução significativa do uso da Rodovia pelo empreendimento no tocante ao tráfego de veículos pesados, serão adotadas ações de controle tendo em vista minimizar a magnitude das ondas de vibração geradas do contato entre o veículo de carga e a pista de rodagem:

- Redução de utilização da Rodovia pelo empreendimento no período de no máximo 10 (dez) dias, considerando no máximo 8 viagens por dia, no período das 9:00h às 17:00h;
- Velocidade máxima controlada de 5 km/h nos veículos pesados, correspondente à velocidade estática, notadamente nos trechos pontuados como críticos, conforme evidenciado no Estudo de Acessos (Parte II, Apêndice 3);
- O controle será realizado de forma a trafegar, no máximo, um veículo de carga do empreendimento por hora na BA-648;
- Irregularidades da pista - como desníveis, buracos e ondulações (lombadas inclusive) - serão corrigidas para a utilização da via pelo empreendimento;
- Elaboração de laudo de produção antecipada de provas (“*ad perpetuam rei memoriam*”) em todas as edificações existentes dentro da faixa de, no mínimo, 30 m (medida a partir do eixo da Rodovia) nas laterais esquerda e direita da Rodovia BA-648, em fase de pré-implantação;
- Emprego de batedores para o transporte de equipamentos pesados (10 a 30 t) visando a segurança da comunidade;
- Realização de inspeção técnica visual das estruturas das edificações às margens da estrada, antes durante e após a mobilização dos equipamentos. Durante os trajetos de ida e volta dos veículos pela Rodovia, um técnico especialista em edificação estrutural irá seguir cada um dos quarenta (40) veículos de carga que irá trafegar pela Rodovia;
- Caso seja do interesse das comunidades de Aritaguá, São José do Aritaguá, Vila Vidal e Iguape, o trecho da Rodovia que passa por esses vilarejos poderá ser asfaltado.

Além disso, a Rodovia será utilizada pelo empreendimento durante os 6 primeiros meses da fase de implantação para o tráfego de veículos de menor porte, sendo mantida uma frequência diária reduzida de 6,8 veículos por dia. Conforme evidenciado no **Estudo de Acessos, Apêndice 3 - Parte II**, mesmo considerando-se os veículos pesados, o incremento de carga associado ao empreendimento será de 4,38% em relação ao cenário atual apontado pelo Estudo de Tráfego referenciado no **Estudo de Acessos (Parte II, Apêndice 3)**.

No tocante às três obras de arte associadas ao patrimônio histórico da região localizadas na Rodovia - a igreja Nossa Senhora de Lourdes, a antiga Estação Ferroviária de Aritaguá e a Capela São Thiago -, serão objeto de avaliação estrutural na fase de pré-implantação do empreendimento, em virtude principalmente da idade das construções. De acordo como o laudo-técnico específico a ser realizado em cada uma das três edificações, serão implantadas medidas apropriadas em fase anterior à utilização da Rodovia pelo empreendimento.

No tocante a ruído, o baixo incremento de fluxo veicular decorrente da utilização da Rodovia pelo Porto Sul não representa prejuízo ao conforto acústico da comunidade.

(4) Rodovia Estadual BA-001

Na etapa de implantação, esta Rodovia deverá receber o transporte de insumos e equipamentos para as obras *offshore* até o mês 10 e para o transporte de pessoal alocado nas obras *offshore* durante toda a etapa de implantação, ou seja, até o mês 54 (contados a partir do mês de início das obras).

As rochas para a construção do PEP – Píer de Embarque Provisório - serão transportadas pela BA - 001 nos meses 7 a 10 (a partir do início das obras). Esse transporte representa a porção de maior frequência diária de tráfego de veículos pesados nesta Rodovia pelo empreendimento. O detalhamento da tipologia de veículo e de carga, bem como da frequência de transporte, pode ser encontrado no **Estudo de Acessos – Parte II do Apêndice 3**.

Nesse contexto, as medidas de controle a serem implantadas consistem em: (i) a manutenção adequada da pavimentação da Rodovia, e (ii) a eventual utilização de redutores de velocidade. Será avaliada a necessidade da eventual implantação de barreiras acústicas em locais específicos como forma de mitigação dos efeitos sonoros gerados.

O nível de ruído na Rodovia será monitorado nos locais de maior criticidade, quanto ao efeito sentido pelas comunidades lindeiras, em duas fases do empreendimento: (i) em fase anterior à implantação do empreendimento, de forma a caracterizar as condições de *baseline* de ruído na estrada e (ii) durante a etapa de implantação, com ênfase para os meses de maior frequência de tráfego.

Considerando a possibilidade de eventual acréscimo dos níveis de vibração sentidos nas edificações às margens da Rodovia, será avaliada a necessidade da realização de laudos de produção antecipada de provas nas edificações passíveis de serem afetadas pelo acréscimo do tráfego de carga pesada na Rodovia. Esta ação de controle deve ser realizada também em três etapas: (i) em fase anterior à implantação do empreendimento, de forma a caracterizar as condições de *baseline* de ruído na estrada, (ii) durante a etapa de implantação, com ênfase para os meses de maior frequência de tráfego; e (iii) na fase de operação, com destaque para os horários no entorno da troca de turno dos funcionários do empreendimento.

(5) Pátio e Oficinas de Vagões e de Locomotivas

As atividades desenvolvidas nesses locais ocorrerão tanto na etapa de implantação quanto de operação do empreendimento. As regiões ao Sul e a Sudoeste do empreendimento constituem em receptores potenciais de Ruídos e Vibrações dessas fontes específicas: Vila de Itariri, Assentamento Bom Gosto, Carobeira de Cima e Carobeira de Baixo. Embora esses sejam

locais favorecidos pelos atributos do meio físico (relevo elevado entre as respectivas atividades e os receptores potenciais) e pela relativa distância com relação às fontes emissoras em questão, os níveis de Ruídos e Vibrações associados ao empreendimento devem ser sistematicamente monitorados de forma a que, se necessário, sejam adotadas ações de controle e/ou de mitigação, passíveis de assegurar o conforto acústico destes receptores e de evitar possíveis alterações estruturais, ou sua intensificação, quando for o caso.

No caso de serem verificados incômodos de Ruídos e Vibrações, será avaliada a viabilidade de serem implantadas ações de controle na fonte e/ou ações de enclausuramento das fontes, bem como avaliar a necessidade de implantação de barreiras acústicas e/ou de barreiras de amortecimento de vibração no entorno dessas fontes.

(6) Pedreira Aninga da Carobeira

A detonação dos explosivos na Pedreira consiste na única fonte passível de ser crítica no tocante a Ruídos e Vibrações. Demais atividades de mineração, como por exemplo, as realizadas na área de beneficiamento, não representam criticidades potenciais, visto que tendem a ser atenuadas pela distância e pelos atributos naturais do meio físico do local.

As comunidades de Carobeira de Baixo e Carobeira de Cima, Itariri, Assentamento Bom Gosto e Aritaguá são consideradas receptores potenciais do ruído e/ou da vibração gerados pela atividade de desmonte de rochas pela Pedreira.

Níveis elevados de Ruídos e Vibrações gerados quando da detonação de explosivos na mineração são geralmente associados a excesso de energia liberada ou a energia mal aproveitada pelo maciço. Diante disso, destaca-se a importância da elaboração criteriosa do Plano de Fogo da Pedreira, o qual será desenvolvido de forma a conciliar os interesses produtivos da Pedreira com conforto e a segurança dos receptores potenciais, conforme a metodologia e os critérios estabelecidos pela Norma ABNT NBR-9653. O monitoramento do entorno R&V será, inclusive, utilizado como fator determinante no ajuste adequado dos parâmetros do respectivo Plano de Fogo da Pedreira.

O Plano de Monitoramento de Ruídos e Vibrações, específico à atividade de desmonte da Pedreira, será desenvolvido e implantado como ação de controle necessário a esta fonte, conforme estabelecem as Normas Regulamentadoras de Mineração: NRM-01 - Normas Gerais e NRM-16 - Operações com Explosivos e Acessórios.

(7) Acesso Ferroviário Interno

As atividades desenvolvidas ocorrerão tanto na etapa de implantação quanto de operação. Os níveis de Ruídos e Vibrações associados ao tráfego ferroviário nas imediações do acesso ao Porto Sul podem vir a constituir criticidade potencial ao empreendimento.

Diante do exposto, deverá ser realizado monitoramento de Ruídos e Vibrações nos receptores potenciais. No caso de serem verificados efeitos de Ruídos e Vibrações, será avaliada a viabilidade de serem implantadas ações de controle e/ou de enclausuramento das fontes, bem como avaliar a necessidade de implantação de barreiras acústicas e/ou de barreiras de amortecimento de vibração no entorno da via férrea.

(8) Rodovia Estadual BA-262

Durante a fase de implantação, a Rodovia será utilizada como via de acesso de grande parte dos veículos pesados associados às atividades desenvolvidas no empreendimento. O detalhamento da tipologia de veículo e de carga, bem como da frequência de transporte nesta Rodovia, pode ser encontrado no **Estudo de Acessos – Parte II do Apêndice 3**.

O monitoramento de ruído na região limreira à Rodovia será realizado durante a fase de pré-implantação, de forma a caracterizar as condições de *baseline* de ruído na estrada e na fase de implantação do empreendimento. Se comprovada a necessidade, ações de controle como manutenção adequada de pavimentação da Rodovia e a eventual utilização de redutores de velocidade serão adotadas. A implantação de barreiras acústicas em locais específicos será adotada, quando necessário, de forma a atender as exigências de conforto acústico, conforme especificado pela norma ABNT NBR-10151.

No tocante à vibração, será avaliada a necessidade da realização de laudos de produção antecipada de provas nas edificações passíveis de serem afetadas pelo acréscimo do tráfego de carga pesada na Rodovia. Nos locais necessários, esta ação será realizada igualmente em ambas as etapas do empreendimento.

(9) Acesso ao Porto Sul

O incremento do fluxo veicular na Estrada Municipal do Itariri e no novo acesso constituem fonte de criticidade potencial no tocante a Ruídos e Vibrações, em virtude das eventuais alterações do cenário atual nas respectivas áreas limleiras. A existência de residências dispersas e próximas ao traçado projetado compõe o cenário de receptores potenciais desta fonte específica de Ruídos e Vibrações.

Ações de controle como manutenção ou implantação de áreas de *buffer* como “barreira acústica” serão realizadas, quando couber, ao longo dos trechos onde o acesso se apresentar mais próximo às edificações existentes. Além disso, a Estrada Municipal do Itariri e a própria via de Acesso ao Porto Sul serão dotadas de pistas asfaltadas, as curvas existentes serão retificadas, os aclives e declives serão atenuados e será mantida uma faixa de domínio de 30m (trinta metros) e velocidade máxima de 60km/h.

Se necessário, serão elaborados laudos de produção antecipada de provas das edificações passíveis de serem afetadas pelo efeito de vibração estrutural gerada pelo tráfego de veículos pesados neste acesso. Quando couber, esta ação será desenvolvida na fase anterior à implantação, de forma a caracterizar a condição atual das edificações, e na fase de implantação do empreendimento.

O controle do desempenho dessas ações será avaliado por meio de monitoramento de ruído, a ser realizado em locais específicos da estrada, de forma a atender as exigências de conforto acústico de comunidades dispostas na norma ABNT NBR-10151.

De forma geral, no tocante a todas as atividades associadas ao Porto Sul durante a fase de implantação do empreendimento, na eventual manifestação de incômodo da comunidade referente a Ruído e/ou a Vibração, pontos adicionais de medição de Ruídos e Vibrações e avaliações complementares de interferência estrutural nas edificações e de conforto acústico

serão realizadas pelo Porto Sul de forma a resgatar o sentimento de tranquilidade, conforto e segurança da comunidade.

▪ **Comentário 297 – página 130, parágrafo 5.**

Já para a fase de operação (A.29), as ações geradoras de impactos de aumento de ruídos e vibrações também parecem cobrir, de maneira geral, as causas e correções necessárias para o menor distúrbio ambiental possível.

▪ **Resposta ao Comentário 297:**

De forma complementar à resposta do comentário anterior (296), na sequência são apresentadas as potenciais atividades (ações) geradoras de aumento de ruídos e vibrações na fase de operação do Porto Sul, em complementação detalhada ao impacto A.29 descrito no EIA.

Cada uma das nove atividades evidenciadas no Estudo de Ruídos e Vibrações elaborado para o Porto Sul é objeto de avaliação, considerando o cenário da fase de operação do Porto Sul. Para cada caso, as ações de mitigação previstas são apresentadas de forma a serem implantadas quando necessárias, tendo em vista o regimento legal pertinente.

(1) *Ponte Onshore-Offshore*

Durante a fase de operação, o ruído gerado pelo tráfego de veículos na ponte e pelas correias transportadoras pode resultar em desconforto acústico às comunidades do entorno. No caso do ruído rodoviário, são propostas ações de controle como o emprego de pavimentação adequada nas vias da ponte, assim como a utilização de redutores de velocidade, conforme indicado no EIA/RIMA do empreendimento.

No caso das correias transportadoras, o empreendimento assume a importância da adoção da respectiva manutenção preventiva criteriosa, tendo em vista manter o ruído gerado sob níveis que não excedam os limites dispostos na norma específica.

O monitoramento de ruído será realizado nos locais onde estão situados os receptores potenciais, durante a fase de operação do Porto Sul, tendo em vista assegurar o cumprimento do nível de conforto acústico da comunidade lindeira conforme especificado pela norma ABNT NBR-10151. De forma a cumprir essa exigência, caso se faça necessário, serão implantadas barreiras acústicas específicas associadas às correias transportadoras e também ao ruído do tráfego de veículos como ações de mitigação a serem adotadas.

(2) *Canteiro de Obras Offshore*

A realização das atividades neste local está restrita à fase de implantação do empreendimento.

(3) *Rodovia Estadual BA-648*

Esta Rodovia não será utilizada como via de acesso pelo Porto Sul na fase de operação.

(4) Rodovia Estadual BA-001

Na etapa de operação, esta Rodovia será utilizada apenas para o transporte de pessoal para todo o Porto Sul, não constituindo incremento significativo do fluxo veicular previsto para a Rodovia, conforme evidenciado no **Estudo de Acessos (Parte II do Apêndice 3)**.

(5) Pátio e Oficinas de Vagões e de Locomotivas

As atividades desenvolvidas nestes locais ocorrerão tanto na etapa de implantação quanto de operação do empreendimento. As regiões ao Sul e a Sudoeste do empreendimento constituem em receptores potenciais de Ruídos e Vibrações destas fontes específicas: Vila de Itariri, Assentamento Bom Gosto, Carobeira de Cima e Carobeira de Baixo. Embora locais sejam favorecidos pelos atributos do meio físico (relevo elevado entre as respectivas atividades e os receptores potenciais) e pela relativa distância com relação às fontes emissoras em questão, os níveis de Ruídos e Vibrações associados ao empreendimento nesses locais devem ser sistematicamente monitorados de forma que, se necessário, sejam adotadas ações de controle e/ou de mitigação, passíveis de assegurar o conforto acústico dos receptores e de evitar alterações estruturais, ou sua intensificação, quando for o caso.

No caso de serem verificados incômodos de Ruídos e Vibrações, será avaliada a viabilidade de serem implantadas ações de controle na fonte e/ou ações de enclausuramento das fontes, bem como avaliar a necessidade de implantação de barreiras acústicas e/ou de barreiras de amortecimento de vibração no entorno dessas fontes.

(6) Pedreira Aninga da Carobeira

As atividades da Pedreira estão restritas à fase de implantação do empreendimento.

(7) Acesso Ferroviário Interno

As atividades desenvolvidas nestes locais ocorrerão tanto na etapa de implantação quanto de operação. Os níveis Ruídos e Vibrações associados ao tráfego ferroviário nas imediações do acesso ao Porto Sul podem vir a constituir criticidade potencial ao empreendimento.

Diante do exposto, deverá ser realizado monitoramento de Ruídos e Vibrações nos receptores potenciais. No caso de serem verificados efeitos de Ruídos e Vibrações, será avaliada a viabilidade de serem implantadas ações de controle e/ou de enclausuramento das fontes, bem como avaliar a necessidade de implantação de barreiras acústicas e/ou de barreiras de amortecimento de vibração no entorno da via férrea.

(8) Rodovia Estadual BA-262

Durante a fase de operação, a Rodovia será utilizada como via de acesso ao transporte de insumos e de etanol, conforme **Estudo de Acessos (Parte II do Apêndice 3)**.

O monitoramento de ruído na região limreira à Rodovia será mantido durante a fase de operação do empreendimento. Ações de controle como a manutenção adequada da pavimentação da Rodovia e a eventual utilização de redutores de velocidade serão adotadas, se necessário. A implantação de barreiras acústicas em locais específicos será adotada,

quando necessário, de forma a atender as exigências de conforto acústico, conforme especificado pela norma ABNT NBR-10151.

No tocante à vibração, será avaliada a necessidade de manter a realização de laudos de produção antecipada de provas nas edificações passíveis de serem afetadas pelo acréscimo do tráfego de carga pesada na Rodovia.

(9) Acesso ao Porto Sul

O incremento do fluxo veicular na Estrada Municipal do Itariri e no acesso ao Porto Sul pode constituir fonte de criticidade potencial de Ruídos e Vibrações em virtude da existência de residências dispersas e próximas ao traçado projetado, as quais compõem o cenário de receptores potenciais desta fonte específica de Ruídos e Vibrações.

A implantação de barreiras acústica como ação de controle será realizada, quando couber, em locais específicos das vias. Se necessário, serão elaborados laudos de produção antecipada de provas das edificações passíveis de serem afetadas pelo efeito de vibração estrutural gerada pelo tráfego de veículos pesados neste acesso.

O controle do desempenho dessas ações será avaliado por meio de monitoramento de ruído, a ser realizado em locais específicos desta estrada, de forma a atender as exigências de conforto acústico de comunidades, dispostas na norma ABNT NBR-10151.

Por fim, no tocante à emissão de Ruídos e Vibrações dos viradores e alimentadores de vagões, estações de bombeamento e torres de transferência indicada no impacto A.29 do EIA do empreendimento, em análise absoluta, efetivamente, esses elementos são capazes de gerar ruído e vibração em níveis significativos. No entanto, como a criticidade de uma fonte deve ser analisada de forma relativa, considerando os potenciais efeitos que a respectiva atividade pode vir a causar nos receptores potenciais, esses elementos são considerados não críticos em virtude da distância significativa dos eventuais receptores potenciais, assim como da presença de elevações topográficas nas áreas entre os locais das atividades e a localização dos eventuais receptores potenciais.

Destaca-se a importância do Plano de Monitoramento de Ruídos e Vibrações que deverá ser realizado no Porto Sul, de forma a contemplar todos os receptores potencialmente críticos, como forma de instruir, sempre que se demonstrar necessária, a identificação e a implantação de soluções específicas a cada caso. Dentre as soluções passíveis de serem implantadas, devem ser priorizadas aquelas que representam as ações de mitigação e controle direto nas fontes de emissão, passando-se ao enclausuramento da máquina, do equipamento, do sistema ou do processo, para, por fim, se buscar a implantação de barreiras acústicas. Por vezes, podem ser necessárias ações que conjuguem soluções múltiplas.

Considerando todas as atividades associadas ao Porto Sul das fases de implantação e operação, na eventual manifestação de incômodo da comunidade referente a Ruído e/ou a Vibração, pontos adicionais de medição de Ruídos e Vibrações e avaliações complementares de interferência estrutural nas edificações e de conforto acústico serão realizadas pelo Porto Sul de forma a resgatar o sentimento de tranquilidade, conforto e segurança da comunidade.

- **Comentário 319 - página 139, parágrafo 4.**

Para o Prognóstico e AIA sobre o meio socioeconômico, apresentar: o levantamento das propriedades, edificações/bens públicos ou privados potencialmente afetados pelas intervenções e uso das rodovias e vias vicinais.

- **Resposta ao Comentário 319:**

O Estudo de Acesso (**Apêndice 3**) e o Estudo de Ruídos e Vibrações (**Apêndice 6**) apresentam uma abordagem sobre as interferências decorrentes do uso das rodovias e vias vicinais.

PARTE II - TEXTO REVISADO/ESTUDOS COMPLEMENTARES

TOMO VII - APENDICE 6 – RUÍDOS E VIBRAÇÕES



PORTO SUL
Diagnóstico e Avaliação Ambiental
RUÍDO & VIBRAÇÃO
MARÇO/ 2012

APRESENTAÇÃO

Ruído e Vibração são elementos inexoravelmente presentes em empreendimentos da grandeza do **Porto Sul**, tanto em sua fase de implantação como de operação.

A diversidade dos elementos associados ao complexo portuário em estudo resulta na variabilidade das características das fontes de Ruído e Vibração (R&V) a serem avaliadas no cenário do **Porto Sul**. Efeitos relativos, por exemplo, às correias transportadoras, aos veículos de carga e à detonação de explosivos na extração de rochas são efeitos intrínsecos aos processos específicos.

A presença usual de terminais ferroviários integrados aos complexos portuários consagra a relevância do estudo em questão. Atividades relacionadas à extração de rocha pela Pedreira Aninga da Carobeira, por exemplo, localizada no seio do empreendimento, intensificam e completam a diversidade do presente estudo.

Conforto acústico de comunidades e danos estruturais em edificações do entorno são efeitos associados à R&V. A análise da criticidade de tais efeitos demanda avaliações específicas, fundamentadas em critérios estabelecidos pelas normas técnicas responsáveis.

O Estudo em questão apresenta a avaliação qualitativa do cenário atual de R&V da região do entorno do **Porto Sul** e o respectivo prognóstico do cenário futuro de R&V face às características locais e operacionais das atividades previstas.

Considerando a localização das comunidades existentes no entorno e os atributos ambientais naturais ou incorporados à região, este Estudo identifica e analisa, frente ao arcabouço normativo aplicável, os receptores passíveis de serem afetados pelos níveis de R&V gerados pelas atividades associadas ao **Porto Sul**.

A partir desta análise são identificadas as atividades do **Porto Sul** passíveis de serem consideradas críticas no tocante a R&V. De forma individual, a criticidade de cada atividade é avaliada no corpo

deste Estudo e ações de controle e/ou de mitigação são apresentadas, atendendo às exigências legais.

Destaca-se a importância do presente Estudo ter sido desenvolvido na fase em que o empreendimento **Porto Sul** se encontra em aprimoramento de projeto. O conhecimento prévio das ações propostas pelo Estudo aos empreendedores contribuiu para a inserção de alterações no projeto, favorecendo técnica e economicamente a adoção destas ações e contribuindo para a salvaguarda do nível atual de conforto acústico da comunidade e de higidez estrutural das edificações do entorno, para a salvaguarda dos interesses do empreendimento, e para a prevenção da ocorrência de conflitos.

O Estudo em questão se completa com a proposição de fundamentos e de critérios técnicos para a elaboração do Plano de Monitoramento de R&V do **Porto Sul** (quando da elaboração do Plano Básico Ambiental – PBA), considerando a fase de pré-implantação (*baseline*), a fase de implantação e a fase de operação do empreendimento.

O Plano de Monitoramento de R&V do **Porto Sul**, além de ser um requisito legal a ser implantado, propiciará ao **Porto Sul** intensificar as ações de controle que se justificarem como necessárias.

O Estudo ora apresentado está organizado em 11 capítulos conforme descrito a seguir: o primeiro contempla o Objeto do presente Estudo, o segundo apresenta os Objetivos Específicos, o terceiro discorre sobre os Fundamentos Técnicos a serem considerados, enquanto o quarto expõe a metodologia empregada.

No quinto é listada a Fundamentação Legal pertinente, o sexto apresenta o Diagnóstico do cenário atual de R&V do entorno do **Porto Sul** e o sétimo revela o respectivo Prognóstico.

No oitavo capítulo são avaliados os riscos do empreendimento no tocante a R&V e são propostas ações face ao cumprimento das exigências legais pertinentes. O nono é reservado às conclusões do presente Estudo, no décimo são listadas as bibliografias utilizadas e no Capítulo 11 é apresentada a equipe técnica responsável por este Relatório. Em tempo, importa destacar que este Estudo refere-se exclusivamente às fontes e efeitos de R&V em área *onshore*.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	3
SUMÁRIO	5
1. OBJETO	7
2. OBJETIVOS	9
3. FUNDAMENTAÇÃO TÉCNICA	10
3.1. <i>Ruído e Vibração</i>	10
3.2. <i>Ruído e Vibração sob o Enfoque Ambiental</i>	12
3.2.1. Fontes Emissoras de R&V	13
3.2.2. Atributos do Meio Físico na Propagação de R&V	13
3.2.3. Receptores de R&V	16
3.3. <i>Vibração e Hígeiz Estrutural de Edificações</i>	16
3.4. <i>Vibrações Induzidas pelo Tráfego Veicular em Edificações</i>	17
3.5. <i>Pedreiras sob o Enfoque de R&V</i>	19
4. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO	22
4.1. <i>Planejamento Metodológico</i>	22
4.1.1 Reunião de Partida e Reconhecimento em Campo	23
4.1.2 Reunião Técnica com Equipe do Meio Físico	23
4.1.3 Reunião Técnica com Equipe de Engenharia do Projeto	23
4.1.4 Elaboração Do Relatório Final	23
4.1.5 Apresentação do Relatório Final	23
4.2. <i>Critérios de Risco</i>	24
5. FUNDAMENTAÇÃO LEGAL E NORMATIVA	26
5.1. <i>Procedimento de Medição dos Níveis de Ruído em Estradas, Rodovias e Ferrovias</i>	26
5.2. <i>Critérios de Avaliação de Ruído no Conforto da Comunidade</i>	27
5.3. <i>Exigências Legais para Pedreiras no Tocante a R&V</i>	28
6. DIAGNÓSTICO	30
6.1. <i>Atributos do Meio Físico da Região do Porto Sul</i>	30
6.1.1 Características do Solo (Topografia): Porto Sul	30
6.1.2 Características do Solo: Pedreira Aninga da Carobeira	31
6.1.3 Condições Meteorológicas de Ilhéus	31
6.2. <i>Atributo Socioeconômico da Região do Porto Sul</i>	33
6.3. <i>Diagnóstico de Ruído, Vibração e Hígeiz Estrutural</i>	35
6.3.1. Região a Sudeste do Porto Sul – Rodovia BA-648	35
6.3.2. Região a Leste do Porto Sul	40

6.3.3.	Região ao Norte do Porto Sul	41
6.3.4.	Região a Oeste do Porto Sul	43
6.3.5.	Região a Sudoeste do Porto Sul	43
6.3.6.	Região ao Sul do Porto Sul	47
6.4.	Considerações sobre o Diagnóstico Preliminar	48
7.	PROGNÓSTICO	49
7.1.	Fontes Críticas Potenciais de R&V no Porto Sul	50
7.2.	Ponte Onshore-Offshore	52
7.3.	Canteiros de Obras Offshore	54
7.4.	Rodovia Estadual BA-648	55
7.5.	Rodovia Estadual BA-001	56
7.6.	Pátio e Oficinas de Vagões e de Locomotivas	57
7.7.	Pedreira Aninga da Carobeira	59
7.8.	Acesso Ferroviário Interno	60
7.9.	Rodovia Estadual BA-262	62
7.10.	Acesso ao Porto Sul	63
8.	AVALIAÇÃO DOS RISCOS E PROPOSIÇÃO DE AÇÕES.....	64
8.1.	Criticidade	64
8.2.	Ponte Onshore-Offshore	66
8.3.	Canteiro de Obras Offshore.....	67
8.4.	Rodovia Estadual BA-648.....	68
8.5.	Rodovia Estadual BA-001.....	73
8.6.	Pátio e Oficinas de Vagões e de Locomotivas	74
8.7.	Pedreira Aninga da Carobeira.....	74
8.8.	Acesso Ferroviário Interno	75
8.9.	Rodovia Estadual BA-262.....	76
8.10.	Acesso ao Porto Sul.....	76
9.	CONCLUSÃO	78
10.	BIBLIOGRAFIA	82
11.	EQUIPE TÉCNICA.....	83

DIAGNÓSTICO E AVALIAÇÃO AMBIENTAL

RUÍDO E VIBRAÇÃO

1. OBJETO

O objeto do presente Estudo é a avaliação qualitativa do cenário previsto de R&V envolvendo as atividades do Porto Sul considerando a presença de receptores passíveis de serem afetados pelos efeitos gerados pelo empreendimento.

Neste contexto, o diagnóstico do cenário atual de R&V e de higidez estrutural das edificações do entorno do empreendimento é apresentado como resultado do reconhecimento de campo realizado na região do **Porto Sul**.

Diante das atividades emissoras de R&V do empreendimento durante a fase de implantação e a fase de operação, o prognóstico do cenário da região é desenvolvido considerando (i) os atributos locais e as fragilidades das comunidades e das edificações estruturais do entorno, assim como (ii) os atributos do meio físico da região.

Com base no diagnóstico, no prognóstico e nos critérios legais associados, os potenciais receptores críticos quanto a R&V são evidenciados. A avaliação apresentada pelo presente Estudo se desenvolve em duas dimensões principais: (i) conforto acústico da comunidade e (ii) risco de danos estruturais às edificações lindeiras.

Do resultado obtido, são identificadas as atividades associadas ao **Porto Sul** emissoras de R&V que resultam efeitos passíveis de serem críticos aos receptores. A criticidade das respectivas atividades é avaliada considerando-se a viabilidade da implementação de ações de controle e/ou de mitigação face ao cumprimento dos critérios técnico-normativos e dos critérios legais aplicáveis.

A proposição dessas ações é desenvolvida levando-se em conta o caráter diferenciado das fases de implantação e operação do empreendimento.

Nos locais passíveis de serem considerados críticos quanto ao ruído, são evidenciados os aspectos principais a serem observados no respectivo monitoramento. Por fim, nos locais passíveis de serem considerados críticos quanto à vibração, é destacada a importância da elaboração de laudo técnico de produção antecipada de provas.

2. OBJETIVOS

O desenvolvimento do presente Estudo tem como objetivos o reconhecimento:

- (i) das atividades associadas ao **Porto Sul** passíveis de serem consideradas críticas no tocante a R&V;
- (ii) dos receptores¹ existentes no entorno do empreendimento passíveis de estarem submetidos a alterações significativas relativas ao conforto acústico e/ou à higidez estrutural de suas edificações;
- (iii) do potencial *baseline* das condições estruturais das edificações lindeiras ao **Porto Sul**, passíveis de serem afetadas pelo empreendimento, tanto na fase de implantação como na de operação, no contexto da vibração passível de ser gerada pelo empreendimento;
- (iv) dos riscos de danos estruturais nas edificações do entorno que possam vir a ser causados, antecipados ou intensificados em decorrência das atividades associadas ao **Porto Sul**, consideradas as etapas de implantação e de operação do empreendimento;
- (v) das ações de controle e/ou de mitigação a serem implementadas de forma a atenuar ou a bloquear os efeitos do empreendimento sobre o seu entorno, no tocante à emissão de R&V; e
- (vi) dos receptores do entorno, que deverão ser contemplados pelo Plano de Monitoramento de R&V a ser desenvolvido pelos empreendedores.

Por fim, é objetivo, ainda, a identificação dos locais e das características das fontes de R&V a serem monitoradas, em função da criticidade dos efeitos gerados, tendo em vista o cumprimento às exigências legais associadas.

¹ Entende-se como receptores de R&V as comunidades do entorno e as edificações lindeiras.

3. FUNDAMENTAÇÃO TÉCNICA

Neste **Capítulo** são apresentados os conceitos necessários à adequada compreensão técnica dos elementos que compõem os cenários, atual e projetado de R&V, considerando-se as fontes de R&V presentes no projeto e as características físicas e socioeconômicas do entorno da área de intervenção do **Porto Sul**.

No procedimento técnico adotado, os elementos que compõem a criticidade de uma fonte emissora de R&V são evidenciados. A interação entre os atributos do meio físico e a propagação das ondas de R&V é analisada, com destaque para os aspectos que contribuem para a atenuação ou a amplificação dos efeitos propagados. As características principais dos receptores de R&V são identificadas, ressaltando os aspectos que determinam suas fragilidades.

A relação entre vibrações do terreno e rigidez estrutural de edificações é também considerada e analisada. Por fim, o cenário de R&V no entorno de pedreiras é exposto tendo em vista os potenciais efeitos gerados pela Pedreira Aninga da Carobeira.

3.1. Ruído e Vibração

Ruído e vibração consistem em ondas mecânicas que, uma vez geradas, propagam-se em meio específico conduzindo energia. De forma simplificada, essas ondas podem ser representadas por dois parâmetros principais: amplitude de propagação (em mm) e frequência de oscilação (em Hz).

O parâmetro amplitude está associado à quantidade de energia gerada pela fonte emissora, energia esta que se propaga pelo meio sob a forma de ondas. No caso de ruído, esse fenômeno é representado por ondas sonoras que se propagam pelo ar, enquanto que no caso de vibrações tal fenômeno é representado por ondas vibracionais, ou, especificamente no caso do solo, por ondas sísmicas.

Níveis elevados de R&V, geralmente associados a desconforto sonoro ou a risco de danos estruturais, respectivamente, são relacionados a grandes amplitudes de onda. A atenuação de ondas, muitas vezes indicada no caso de estudos de R&V sob o enfoque ambiental, constitui no decréscimo de energia conduzida pela onda (Figura 3.1.a).

O parâmetro frequência está associado ao número de ondas em um determinado período de tempo. Por exemplo, ondas de frequência igual a 3Hz contêm três comprimentos de onda no período de 1s (Figura 3.1.b). No caso de ondas sonoras, sons graves correspondem a ondas de baixa frequência, enquanto que sons agudos correspondem a ondas de alta frequência. Importante ressaltar que ondas de frequência alta são mais fáceis de serem atenuadas. Entretanto, danos estruturais estão geralmente associados a ondas de baixa frequência.

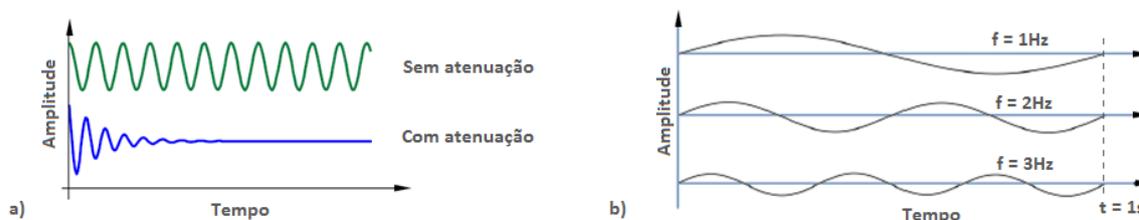


Figura 3.1: a) Ondas de Mesma Frequência e Amplitudes Diferentes por Efeito da Atenuação; B) Ondas de Mesma Amplitude e Frequências Diferentes.

No caso de ruído, os efeitos sentidos pelos alvos receptores variam em função das características sonoras em questão. A seguir são listadas as características principais dos tipos predominantes de ruído sob o enfoque ambiental:

- Ruído estacionário: é todo aquele que permanece constante durante todo o intervalo de tempo; este caso está relacionado, por exemplo, ao ruído gerado por correias transportadoras, bombas e motores elétricos;
- Ruído variável: ao contrário do item anterior, corresponde ao tipo de ruído que varia no tempo, como por exemplo, o efeito gerado pela passagem de um veículo rodoviário de carga, ou ainda, o tipo de ruído geralmente encontrado em testes de frenagem de locomotivas ou no pátio de vagões;
- Ruído flutuante: ocorre quando as características do evento sonoro variam ciclicamente durante um curto intervalo de tempo, mas se mantêm constantes durante um largo período de tempo; este caso está relacionado, por exemplo, ao efeito de ruído sentido pela passagem de um comboio ferroviário;

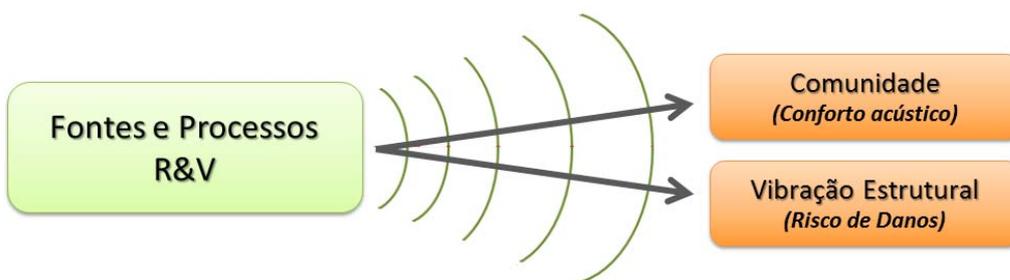
- Ruído transiente: corresponde a um evento sonoro de transição entre dois intervalos de tempo; este caso está relacionado, por exemplo, aos instantes que antecedem a chegada e que precedem a passagem de um comboio ferroviário;
- Ruído impulsivo: ocorre quando há uma variação brusca de pressão sonora, de duração inferior a um segundo; está relacionado, por exemplo, ao ruído gerado pelo desmonte de rochas por explosivo, atividade associada à Pedreira Aninga da Carobeira e outras.

A identificação das características do ruído se faz necessária uma vez que os efeitos sentidos pelos receptores variam em função dessas características. Consequentemente, as exigências legais estabelecem critérios diferentes em função das características predominantes do ruído em questão.

3.2. Ruído e Vibração sob o Enfoque Ambiental

Efeitos gerados por níveis elevados de R&V em meio urbano podem representar impactos ambientais de criticidades diversas, podendo causar desde certo desconforto à comunidade do entorno às fontes emissoras, até danos leves em construções – como trincas em edificações – ou ainda, no limite, danos críticos à segurança da estrutura.

Sob o enfoque ambiental, R&V devem ser analisados a partir de três dimensões principais: fontes emissoras, propagação e alvos receptores (*Figura 3.2*). A seguir, cada um desses itens é descrito, em detalhe.



..... Fontes Emissoras Atributos do Meio Físico Alvos Receptores

Figura 3.2: Ruído e Vibração sob o Enfoque Ambiental.

3.2.1. FONTES EMISSORAS DE R&V

Ruído e Vibração são características intrínsecas de todo o maquinário e equipamentos em geral, e constituem parte integrante da dinâmica operacional desses elementos mecânicos. Sob o enfoque ambiental, a criticidade de fontes emissoras está relacionada não somente à frequência e aos níveis elevados de R&V emitidos, mas também às fragilidades dos receptores. Por exemplo, na ausência de receptores no entorno, níveis elevados de R&V não constituem riscos sob o enfoque ambiental.

Diante do exposto, neste Estudo a criticidade das fontes emissoras de R&V é avaliada considerando-se a localização geográfica das fontes e os aspectos predominantes do efeito gerado, tais como amplitude, frequência e duração temporal, além das características dos receptores conforme identificado no **Item 3.2.3.**

3.2.2. ATRIBUTOS DO MEIO FÍSICO NA PROPAGAÇÃO DE R&V

Na presença de fontes emissoras, ondas de ruído e de vibração propagam-se pela atmosfera ou pelo solo, respectivamente, podendo alcançar os alvos receptores potenciais. Nesse processo, as características de propagação das ondas de R&V são influenciadas pelos atributos locais do meio físico em questão.

Enquanto as condições climáticas predominantes atuam sobre a propagação ou dispersão das ondas sonoras, as condições geomorfológica, topográfica e estratigráfica do terreno interagem diretamente na propagação/atenuação das ondas de vibração pelo solo. Os efeitos descritos são apresentados a seguir de forma sintetizada.

Condição meteorológica na propagação do ruído

A propagação sonora na atmosfera é influenciada pelas condições meteorológicas do local. A intensidade sonora e sua duração crescem ao longo da direção predominante dos ventos (*Figura 3.3.a*), diminuindo no sentido oposto (*Figura 3.3.b*).

A velocidade de propagação do som nos gases diminui com a redução da temperatura, contribuindo na dispersão do ruído na atmosfera quando a temperatura do local diminui com a altitude (*Figura 3a*). Além disso, a presença de nebulosidade é outro fator que favorece a atenuação acústica.



Figura 3.3: Influência das Condições Meteorológicas na Propagação de Ruído².

Importância das Características Geomorfológicas na Propagação de Ruído

A propagação de ondas sonoras na atmosfera é alterada pela presença de obstáculos no trajeto de propagação entre a fonte e o receptor. Nestes casos, seja por efeito de difração (dispersão), absorção e/ou reflexão, a amplitude da onda tende a ser atenuada. Obstáculos de superfícies lisas favorecem o efeito de dispersão, enquanto que de superfícies porosas ou rugosas, contribuem com o efeito de absorção sonora; já os de superfície inclinada são mais indicados para o caso de refração. Aliado a isso, quanto mais denso e espesso for o obstáculo, maior será o efeito de atenuação.

Desse fato, a existência de elevações topográficas no caminho de propagação pode atuar como eficiente barreira acústica natural, reduzindo os efeitos sonoros gerados pela fonte emissora (Figura 3.4.a).

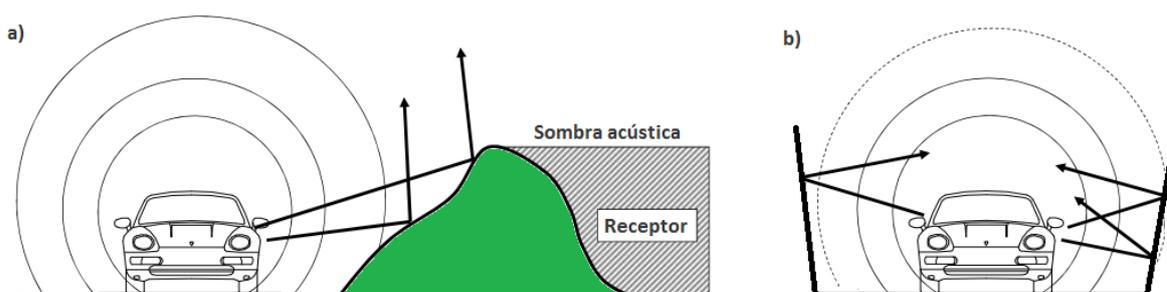


Figura 3.4: Barreiras Acústicas: a) Topografia Elevada entre Fonte-Receptor; b) Barreira Construída.

De forma geral, quanto mais próxima da fonte ou do receptor, melhor será a eficiência da referida barreira. E ainda, quanto mais alta a região existente entre a projeção do raio sonoro direto incidido sobre o receptor e o topo da barreira, maior sua eficiência.

² Adaptado de: HEIMANN, D. *Influence of meteorological parameters on outdoor noise propagation*. Euronoise, 2003.

Importância das Características Geomecânicas na Propagação da Vibração

No caso de vegetação, o emprego de uma área de *buffer* como barreira acústica deve ser utilizado com cautela visto que é necessário um adensamento arbóreo efetivo para se obter atenuação significativa de ruído. Por exemplo, um adensamento arbóreo de 20m de largura, localizado a 10 m de distância, equivale a 2 dB de atenuação sonora na frequência de 1kHz³. Além disso, para que a eficiência da barreira não seja comprometida, não deve haver aberturas em sua face e tampouco na região próxima ao solo, cuja transmissão pode ser significativa.

A propagação das ondas de vibração é influenciada pelas características geomecânicas do solo, principalmente pela sua composição geológica e pela presença de discontinuidades. A Figura 3.5 evidencia um exemplo dos efeitos gerados por discontinuidades do solo, representadas neste caso por diferentes camadas estratigráficas. Nota-se que a distribuição das discontinuidades no solo pode resultar em concentração, dispersão ou sobreposição de ondas, alterando de forma significativa os níveis de vibração propagados.

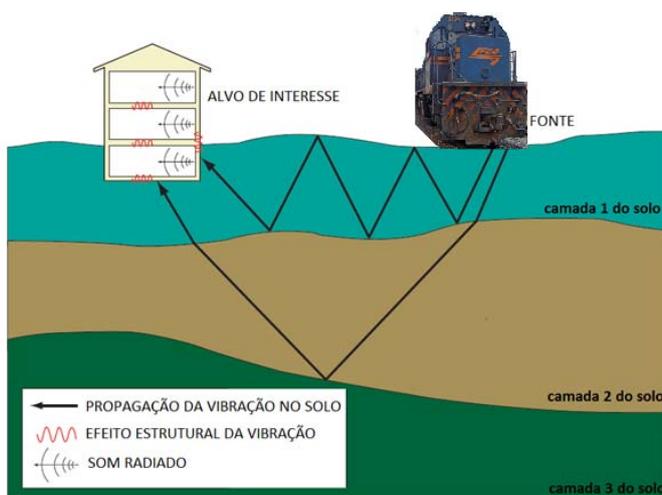


Figura 3.5: Descontinuidades do Solo na Propagação de Vibração Sísmica.

Barreira de amortecimento de vibração

Considerando-se que as características de propagação de vibração variam em função das condições geomecânicas do terreno e de que a presença de discontinuidades no solo tende a favorecer a

³ Cf. GERGES (1992).

dispersão de ondas, é possível projetar alterações no solo entre a fonte e o receptor de forma a propiciar maior dispersão das ondas sísmicas.

Esta técnica é conhecida como barreira de amortecimento e pode ser empregada para atenuar vibrações decorrentes da propagação de ondas sísmicas geradas pelo desmonte de rochas com explosivos, por exemplo. A metodologia é baseada no princípio de reflexão e refração de ondas e tem a vantagem de poder reduzir os níveis de vibração sem alterar os parâmetros dos planos de fogo.

3.2.3. RECEPTORES DE R&V

Todos os alvos localizados no entorno da fonte emissora, passíveis de serem afetados pelos níveis gerados de R&V, são considerados receptores potenciais. Sob o enfoque ambiental, os receptores de R&V são divididos em dois grupos distintos:

- Comunidade do entorno, passível de ter alterado seu cenário referencial de conforto acústico, causado por níveis elevados de ruído que possam ocasionar problemas diversos à saúde, tais como incômodo, stress, distúrbio de sono e falta de concentração; e
- Edificações estruturais lindeiras a cada uma das fontes, passíveis de serem afetadas por danos de criticidade variada causados por níveis elevados de vibração, podendo ocasionar desde trincas e fissuras na estrutura até o comprometimento estrutural da edificação.

Diante do exposto, a localização geográfica dos receptores em relação à localização das fontes emissoras, assim como as respectivas fragilidades da comunidade do entorno são consideradas na avaliação relativa da criticidade das fontes emissoras de R&V, realizada pelo referente Estudo.

3.3. Vibração e Hídez Estrutural de Edificações

A análise de segurança estrutural em edificações se baseia em dois pilares principais: características estruturais da edificação e condições (amplitude e frequência) de vibração às quais a estrutura estará sujeita. De maneira simplificada, edificações com projetos e/ou implantação inadequados, sujeitas a níveis elevados de vibração em baixa frequência, são caracterizadas por baixa hídez estrutural.

Dentre os fatores importantes que podem fragilizar a hígidez estrutural de edificações destacam-se falhas de construção, uso de material de baixa qualidade, mau assentamento (recalque) do solo e fundação inapropriada. Por outro lado, a presença contínua, cíclica ou repetitiva de vibrações, mesmo em níveis não elevados, tende a diminuir a resistência de estruturas, aumentando a fragilidade das edificações. E ainda, a criticidade do efeito pode ser potencializada pelo fato de um ou mais fatores atuarem de forma concomitante.

3.4. Vibrações Induzidas pelo Tráfego Veicular em Edificações

O tráfego veicular em comunidades pode representar uma importante fonte geradora de vibrações. As características do tráfego, da pista de rodagem, da fragilidade das edificações lindeiras e a distância entre a pista e as edificações compõem um cenário dinâmico, abrangente e de elevada complexidade em virtude da diversidade das variáveis envolvidas.

A passagem do veículo por uma pista, seja ela rua, estrada ou rodovia, induz a geração de ondas de vibração que se propagam por meio do terreno, podendo atingir as edificações lindeiras. Danos estruturais são passíveis de ocorrer quando as ondas de vibração que atingem as edificações são de níveis superiores às suportadas pelas suas estruturas.

Para melhor compreensão, o cenário descrito pode ser desmembrado em três elementos principais:

- (i) Meio Emissor - Fonte emissora, a qual consiste no tráfego veicular;
- (ii) Meio de propagação, que corresponde ao terreno entre a pista e a edificação; e
- (iii) Meio Receptor - como sendo as edificações lindeiras à fonte.

As características específicas de cada um desses três elementos e a maneira como eles interagem entre si, são fundamentais para a compreensão deste fenômeno e serve como referência para a elaboração do prognóstico e das respectivas ações de controle e/ou de mitigação.

Quando posto em movimento, o veículo automotor desenvolve esforços dinâmicos diversos que são transmitidos ao terreno por meio do contato entre o veículo (pneu) e a pista de rodagem, dando

origem a vibrações no terreno. Irregularidades na pista, como, por exemplo, ondulações e buracos, caracterizam condições propícias à geração de vibração por tráfego rodoviário. Isto porque ao passar por estas irregularidades, o veículo exerce uma força de excitação dinâmica no terreno, conforme ilustra a *Figura 3.5*.

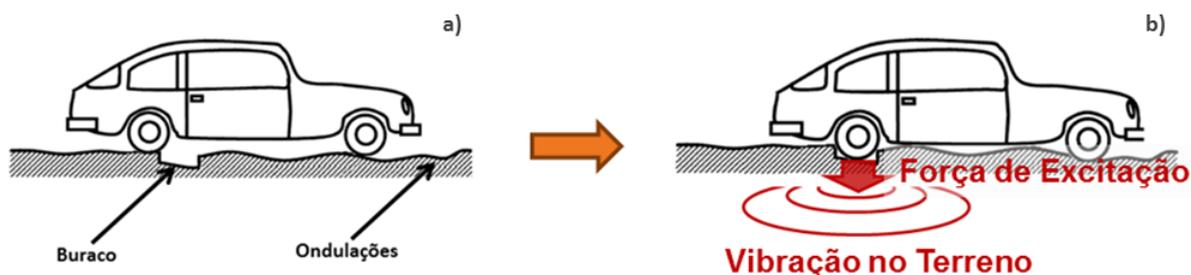


Figura 3.5: a) Passagem de Veículo em Pista Contendo Irregularidades⁴ e b) Vibração no Terreno Induzida pelo Impacto Causado quando o Veículo Passa pelo Buraco da Pista.

Quanto mais profunda e brusca a irregularidade, maior o impacto induzido pelo veículo no terreno, resultando em maior geração de vibração. Por isso a necessidade da adequada e constante manutenção da pista, de forma a reduzir as irregularidades. Por motivo similar, quanto maior a velocidade do veículo ao passar por essas imperfeições da pista, maior também a vibração gerada.

Estradas de terra batida são caracterizadas pela presença constante de ondulações na pista. Já estradas asfaltadas, quando em más condições de manutenção, tendem a apresentar buracos na pista com maior profundidade.

Outro fator que influencia de maneira significativa a força de excitação induzida no terreno é a quantidade de carga em movimento (peso de veículo mais a carga transportada): quanto maior a carga, maior a vibração gerada.

Além disso, quanto maior o fluxo de veículos pela pista, maior a probabilidade de ocorrência de impactos dos veículos na pista e, conseqüentemente, maior a indução de vibração no terreno. Ou seja, a frequência com que os veículos passam sobre a pista é também um fator relevante a ser considerado.

⁴ Adaptado de: SILVA, Clarence W. de. *Vibration: Fundamentals and Practice*, 2000.

No tocante à propagação pelo solo das ondas de vibração, estas são atenuadas com a distância em relação à fonte, ou seja: quanto maior a distância das edificações à pista de rodagem, menor a amplitude das vibrações.

No caso do receptor, efeitos causados pela vibração induzida do tráfego veicular dependem da fragilidade estrutural da edificação. Além dos aspectos de rigidez estrutural, discutidos no **Item 3.3**, a fragilidade de edificações pode variar em função de outros aspectos, como o tipo de residência (de um, dois ou mais pavimentos), o estado de conservação, a idade, assim como a importância social (se hospital, escola, etc.) a que se refere.

Diante do exposto, nota-se a diversidade de variáveis que atuam na geração e propagação das ondas de vibração decorrentes do tráfego veicular, assim como os aspectos específicos da edificação que determinam a fragilidade de sua estrutura. Neste contexto, duas categorias de ações podem ser adotadas:

- Ações de controle na fonte ou ações primárias: aquelas que têm atuação diretamente na geração das ondas de vibração. Ações como redução de velocidade de passagem do veículo e diminuição da carga móvel, ou diminuição do fluxo de tráfego, fazem parte deste tipo de ação, assim como a adequada manutenção da pista;
- Ações de mitigação ou Ações secundárias: aquelas que atuam no alvo receptor. Ações como reforço estrutural da edificação ou melhoria e recuperação de fundações fazem parte deste tipo de ação.

A adoção de uma ou mais ações de controle e/ou de mitigação depende das especificidades do contexto no qual está inserido o cenário em avaliação.

3.5. Pedreiras sob o Enfoque de R&V

Pedreiras localizadas no entorno de receptores (comunidades e/ou edificações estruturais) requerem cuidados operacionais especiais. Neste cenário, o uso de explosivos na fragmentação de rocha constitui geralmente a fonte principal de R&V.

Da energia liberada nas detonações dos explosivos, cerca de 5 % a 15 % apenas são efetivamente utilizados na fragmentação da rocha⁵. Do restante da energia, uma parte é convertida em calor, outra é transferida ao maciço rochoso sob a forma de ondas sísmicas, enquanto outra parte é transmitida pelo ar sob a forma de ondas sonoras.

A amplitude das ondas geradas (sísmicas e sonoras) varia em função da energia liberada na detonação, a qual está associada ao plano de fogo utilizado. A propagação das ondas varia em função das características do meio físico do local (solo ou ar). Além dos atributos descritos no **Item 3.2.2**, a topografia da frente de lavra consiste em outro fator relevante na propagação dos efeitos de R&V gerados pelas detonações.

No caso de ruído, a frente de lavra em topografia elevada (*Figura 3.6.a*) favorece a propagação sonora do potencial receptor (alvo de interesse) localizado em face, enquanto que, na face oposta, o efeito de sobrepressão é reduzido pela ocorrência do fenômeno “sombra acústica”.

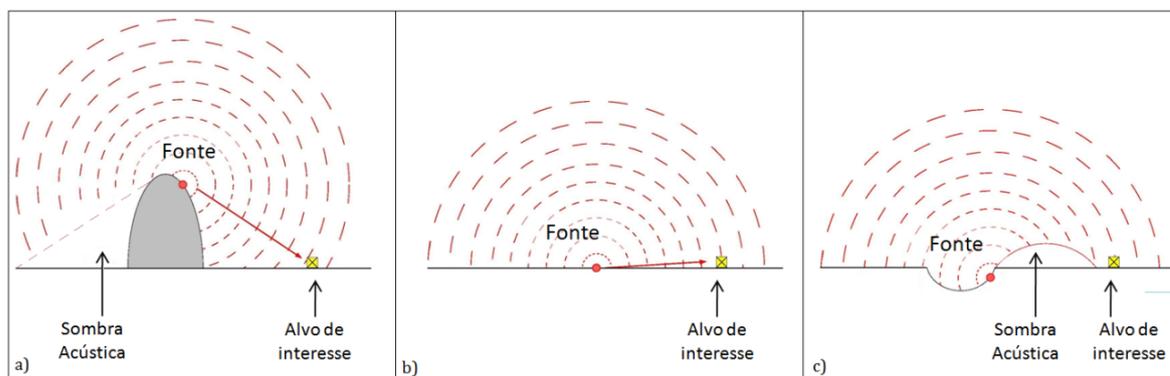


Figura 3.6: Influência da Altitude da Frente de Lavra na Propagação do Ruído de Sobrepressão Acústica Gerado pelas Detonações de Explosivos Face ao Receptor: Frente de Lavra a) em Topografia Elevada; b) em Mesma Topografia E c) em Topografia em Vale.

De forma oposta, a frente de lavra em topografia elevada (*Figura 3.7.a*) favorece a dispersão das ondas sísmicas quando comparada às detonações realizadas em lavras de relevo em vale (*Figura 3.7.c*).

⁵ Cf. GAMA (1998).

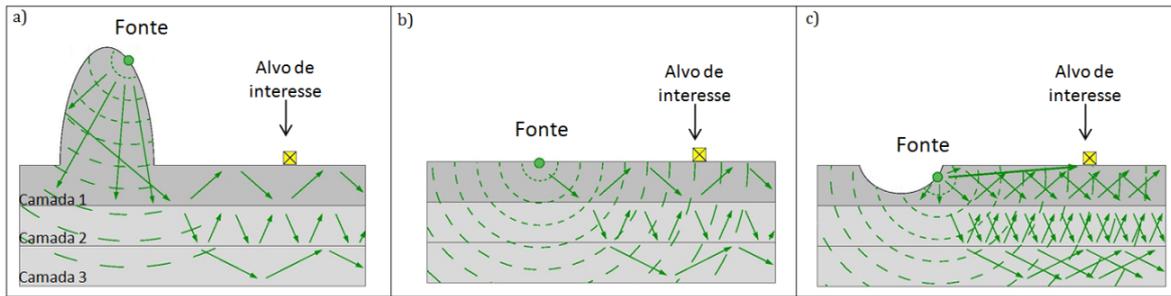


Figura 3.7: Influência da Altitude da Frente de Lava e de Descontinuidades Existentes no Solo na Propagação da Vibração Gerada pelas Detonações de Explosivos.

4. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Neste **Capítulo** é apresentado o procedimento metodológico adotado no desenvolvimento do presente Estudo, baseado no planejamento das atividades desenvolvidas e na elaboração dos critérios de risco empregados na avaliação da criticidade das fontes de R&V do **Porto Sul** passíveis de serem críticas.

4.1. Planejamento Metodológico

O planejamento metodológico adotado no presente Estudo é apresentado e descrito a seguir (*Figura 4.1*).



Figura 4.1: Etapas desenvolvidas pelo Presente Estudo de R&V ao **Porto Sul**.

4.1.1 REUNIÃO DE PARTIDA E RECONHECIMENTO EM CAMPO

Nesta primeira etapa foi realizada a visita de reconhecimento de campo da região do **Porto Sul** onde foram identificadas e qualificadas, de forma preliminar, (i) as fontes emissoras potenciais associadas ao empreendimento durante as fases de implantação e de operação e (ii) os receptores passíveis de serem considerados críticos no tocante a R&V, conforme descrito no **Item 3.2.3**.

4.1.2 REUNIÃO TÉCNICA COM EQUIPE DO MEIO FÍSICO

Na etapa seguinte, as características principais dos atributos naturais presentes na região, relevantes à propagação do R&V gerados pelas atividades do empreendimento, foram identificadas de forma a integrá-las ao desenvolvimento do presente Estudo.

Conforme apresentado no **Item 3.2.2**, os atributos do meio físico interagem com os efeitos de R&V sentidos pelos receptores, e dependendo do cenário, podem atuar como atenuadores ou intensificadores tanto da propagação do ruído na atmosfera como da propagação de vibrações pelo solo.

4.1.3 REUNIÃO TÉCNICA COM EQUIPE DE ENGENHARIA DO PROJETO

As atividades associadas ao **Porto Sul** passíveis de serem consideradas críticas no tocante a R&V durante as fases de implantação ou de operação foram apresentadas tendo como referência o conjunto de informações obtidas quando da realização dos **Itens 4.1.1** e **4.1.2** descritos anteriormente. Dados e informações técnicas adicionais foram disponibilizados pela equipe de engenharia do projeto de forma a interagir e complementar o desenvolvimento deste Estudo.

4.1.4 ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO FINAL

O relatório final do Estudo em questão constitui o documento ora apresentado.

4.1.5 APRESENTAÇÃO DO RELATÓRIO FINAL

O presente Estudo foi apresentado e discutido em reunião específica com os empreendedores do **Porto Sul**.

4.2 Critérios de Risco

Com base no conhecimento acumulado sobre as características principais das atividades desenvolvidas pelo **Porto Sul**, foi empreendido esforço de análise a fim de avaliar o grau de criticidade de suas atividades previstas, no tocante a R&V⁶.

A avaliação de criticidade foi fundamentada nas fragilidades relativas a cada um dos grupos de receptores: comunidade e edificação estrutural, conforme apresentado nos **Quadros 4.1 e 4.2**.

Quadro 4.1: Criticidade das Fontes de Ruído Face aos Efeitos Sentidos pela Comunidade.

Criticidade	Descrição e Justificativa
Alta	Previsão de efeitos de níveis de ruído elevados sentidos pelos receptores, sendo o emprego de ações de controle e/ou de mitigação insuficientes para reduzi-los a níveis aceitáveis.
Média	Possibilidade elevada de ocorrência de efeitos de níveis de ruído significativo, sendo o emprego de ações adequadas de controle, corretivas e/ou de mitigação suficientes para reduzi-los a níveis aceitáveis.
Baixa	Baixa possibilidade de ocorrência de efeitos de níveis elevados, sendo o emprego de ações adequadas de controle e/ou de mitigação suficientes para reduzi-los a níveis aceitáveis.
Ausente	Sem possibilidade de ocorrência de efeitos de ruído elevado ou não aplicabilidade ao caso em análise.
?	Efeito de ruído não avaliado, seja por lacuna de informações, seja por não ter sido contemplado no escopo deste Estudo.

⁶ Cabe salientar que os critérios de risco estabelecidos são exclusivamente qualitativos.

Quadro 4.2: Criticidade das Fontes de Vibração face aos Efeitos Passíveis de Ocasionarem Danos em Estruturas de Edificações.

Criticidade	Descrição e Justificativa
Alta	Previsão de alteração estrutural em edificações lindeiras à fonte, sendo o emprego de ações de controle e/ou de mitigação insuficientes, ou não aplicáveis, para evitar possíveis riscos à segurança estrutural.
Média	Risco eventual de alteração estrutural em edificações lindeiras à fonte, sendo o emprego de ações adequadas de controle, corretivas e/ou de mitigação suficientes para contornar o problema.
Baixa	Baixa possibilidade de alteração estrutural em edificações lindeiras à fonte, sendo o emprego de ações adequadas de controle e/ou de mitigação suficientes para contornar o problema.
Ausente	Sem possibilidade de ocorrência de alterações estruturais em edificações ou não aplicabilidade ao caso em análise.
?	Efeito de ruído não avaliado, seja por lacuna de informações, seja por não ter sido contemplado no escopo deste Estudo.

5. FUNDAMENTAÇÃO LEGAL E NORMATIVA

Neste **Capítulo** é apresentado e discutido o arcabouço normativo vigente que regula os procedimentos de medição e critérios de avaliação utilizados como referência no presente Estudo.

5.1. Procedimento de Medição dos Níveis de Ruído em Estradas, Rodovias e Ferrovias

Procedimento CETESB 1000/2009/P estabelece a metodologia para medição de níveis de ruído em comunidades lindeiras a sistemas lineares de transporte, contemplando as diferenças específicas para avaliação em rodovias ou ferrovias.

No caso de rodovias, o Item 5.1 do Procedimento em questão estabelece que para a caracterização dos níveis de ruído deva ser adotado o tempo de medição mínimo de 10 minutos para cada ponto de medição, desde que entre o 5º minuto e o 10º minuto a variação do LAeq⁷ acumulado seja igual ou menor a 0,5 dB (A). Quando a variação do LAeq acumulado entre o 5º minuto e o 10º minuto for maior que 0,5 dB(A) a avaliação deverá ser estendida até 15 minutos, sendo encerrada se a variação do LAeq nos últimos 5 minutos for menor ou igual a 0,5 dB (A). Caso o LAeq acumulado não se estabilize em 15 minutos, a medição deverá ser cancelada e uma nova deverá ser reiniciada.

No caso de ferrovias, o Item 5.2 do Procedimento especifica que a avaliação do ruído ambiente deve ser realizada em intervalo de tempo em que não ocorra passagem de composições. Especifica também que o ruído de passagem deve ser medido considerando-se, pelo menos, uma composição característica do sistema em avaliação. Essa medição deve ser iniciada no instante em que o ruído da composição se tornar claramente audível, e encerrada após a sua passagem, quando o ruído emitido por ela não for mais audível.

A aplicação deste procedimento na avaliação dos níveis de ruído do **Porto Sul** está relacionada ao potencial acréscimo de ruído nas comunidades lindeiras às rodovias estaduais BA-001 e BA-262 e nos

⁷ O valor de LAeq medido consiste no nível de pressão sonora equivalente a todo o período de medição.

receptores potenciais situados na região do acesso rodoviário do empreendimento à BA-648⁸. Este acesso se dá por meio da Estrada Municipal de Itariri e do próprio Acesso ao Porto Sul.

Este procedimento deve ser igualmente adotado na avaliação do eventual aumento do ruído sentido nas comunidades lindeiras ao acesso ferroviário do **Porto Sul**.

5.2. Critérios de Avaliação de Ruído no Conforto da Comunidade

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio da NBR-10151⁹, estabelece os níveis máximos de ruídos permitidos de forma a assegurar o conforto acústico em comunidades.

Os limites de ruídos aceitáveis consideram o período de avaliação, diurno ou noturno, as características locais do ambiente (externo, interno com janelas abertas, ou interno com janelas fechadas), e o zoneamento predominante da região (área de sítio e fazendas, residencial urbana, comercial, industrial ou mista), conforme reproduzido no **Quadro 5.1**.

Quadro 5.1: Nível de Conforto Acústico para Ambientes Externos, em dB(A).

Tipos de áreas	Diurno	Noturno
Áreas de Sítios e Fazendas	40	35
Área Estritamente Residencial Urbana ou de Hospitais ou de Escolas	50	45
Área Mista, Predominantemente Residencial	55	50
Área Mista, com Vocação Comercial e Administrativa	60	55
Área Mista, com Vocação Recreacional	65	55
Área Predominantemente Industrial	70	60

A norma em questão estabelece redução em 5 dB(A) dos limites aceitáveis no caso da presença de ruído com características impulsivas ou tonais, os quais se diferenciam conforme descrição a seguir:

- Ruído com caráter impulsivo: ruído que contém impulsos, que são picos de energia acústica com duração menor do que 1 s e que se repetem em intervalos maiores que 1 s, como por exemplo martelagens e bate-estacas;

⁸ Entende-se que o conforto acústico no entorno da rodovia BA-648 não será alterado de maneira significativa pelas atividades desenvolvidas pelo Porto Sul tendo em vista a curta duração (de no máximo 10 dias) de sua utilização pelo empreendimento, conforme detalhado nos **Quadros 8.1 e 8.2** deste documento.

⁹ ABNT NBR 10151:2000 - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade.

- Ruído com componentes tonais: ruído que contém tons puros, como o som de apitos ou zumbidos; e
- Ruído permanente: ruído que permanece constante, ou com baixa variação, durante certo intervalo de tempo.

A aplicação da norma NBR-10151 ao empreendimento está relacionada ao potencial aumento do ruído decorrente das atividades desenvolvidas pelo **Porto Sul**, com exceção aos casos de ruído de sobrepressão acústica gerados na detonação de explosivos pela Pedreira Aninga da Carobeira. Neste caso, a metodologia e os critérios adotados são definidos por norma específica, conforme apresentado no item a seguir.

5.3. Exigências Legais para Pedreiras no Tocante a R&V

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio da NBR-9653¹⁰, estabelece procedimento de medição e critérios de avaliação no tocante ao ruído e à vibração no controle de desmontes de rocha com uso de explosivos em minerações, tendo em vista a segurança da comunidade do entorno.

Estabelece os riscos inerentes ao desmonte de rocha com uso de explosivos em minerações, definindo parâmetros para a segurança das populações vizinhas com relação a danos estruturais e procedimentos recomendados quanto ao conforto acústico. Esta norma se aplica às emissões de ruídos impulsivos, vibrações pelo terreno e ultralanchamentos decorrentes do desmonte de rocha por explosivos. A aplicação desta norma é obrigatória no caso de minerações localizadas em área urbana e facultativa no caso de minerações localizadas em área rural.

Para situações que envolvam riscos semelhantes, esta norma deve ser aplicada. No caso específico do **Porto Sul**, entendem-se como áreas potencialmente sujeitas a riscos semelhantes os receptores passíveis de serem afetados pelas atividades da Pedreira Aninga da Carobeira.

A seguir, são apresentados os limites definidos nesta Norma:

- Ultralanchamento: a norma estabelece que não deva ocorrer ultralanchamentos além da área de operação do empreendimento, e que devem ser respeitadas as normas internas de segurança

¹⁰ ABNT NBR 9653:2005 - Guia para avaliação dos efeitos provocados pelo uso de explosivos nas minerações em áreas urbanas.

referentes à operação de desmonte;

- Sobrepressão acústica: a norma estabelece o nível de 134 dBL pico como limite no ambiente externo à área de operação da mina;
- Vibrações: a norma estabelece que os riscos de ocorrência de danos induzidos por vibrações do terreno devem ser avaliados levando-se em consideração a magnitude e a frequência de velocidade de vibração de partícula de pico, definido por: “máximo valor instantâneo da velocidade de uma partícula, considerado como sendo o maior valor dentre os valores de pico das componentes de velocidade de vibração de partícula para o mesmo intervalo de tempo”.

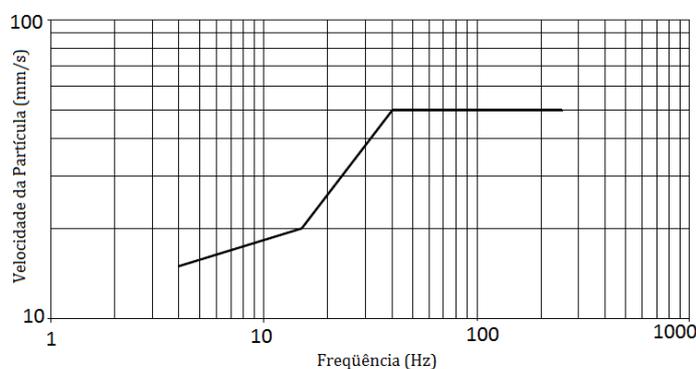


Figura 5.1: Limites de Segurança à Velocidade de Vibração de Partícula de Pico por Faixa de Frequência, conforme Norma ABNT NBR-9653.

A *Figura 5.1* ilustra o nível máximo de vibração, em Velocidade da Partícula (mm/s), em função da frequência de análise (Hz). Valores superiores aos limites indicados podem causar danos induzidos por vibrações do terreno. Para valores de frequência abaixo de 4 Hz, deve ser utilizado o critério de deslocamento de partícula de pico com limite de 0,6 mm/s (de zero a pico).

6. DIAGNÓSTICO

Neste **Capítulo** é apresentado o diagnóstico do cenário de R&V da região do entorno ao **Porto Sul** passível de ser afetado pelos efeitos que as atividades do empreendimento podem gerar. A avaliação apresentada considera os atributos específicos do meio físico da região e os atributos socioeconômicos dos receptores potenciais.

6.1. Atributos do Meio Físico da Região do Porto Sul

Atributos do solo e condições meteorológicas constituem as características principais do meio físico da região que interagem com a propagação do R&V inerentes ao empreendimento.

6.1.1 CARACTERÍSTICAS DO SOLO (TOPOGRAFIA): PORTO SUL

O empreendimento está localizado em área sem alterações significativas de altitude na parte central, sendo delimitada ao Norte e ao Sul por relevo de topografia elevada, em torno de 100m em ambos os lados. Parte da elevação ao extremo Sul do empreendimento corresponde ao maciço da Pedreira Aninga da Carobeira, que irá fornecer rocha para a implantação do empreendimento.

Em sua porção Leste, o empreendimento encontra-se em mesma altitude da Estrada Centenária, da Rodovia BA-001, e das demais comunidades do entorno. A Sudoeste o empreendimento é cercado pelas elevações onde está situado o Assentamento Bom Gosto. A Oeste do empreendimento encontra-se região de topografia em vale, onde se localiza o vilarejo do Valão, enquanto que a Noroeste, o empreendimento volta a ter topografia similar à das demais comunidades do entorno, como Vila Campinhos, por exemplo.

6.1.2 CARACTERÍSTICAS DO SOLO: PEDREIRA ANINGA DA CAROBEIRA

Única pedreira a fazer parte do escopo deste Estudo, a Pedreira Aninga da Carobeira está localizada em região interna à poligonal do **Porto Sul (na ADA)**, cuja frente de lavra prevista está situada em topografia elevada, voltada para o interior do empreendimento.

Em virtude das características locais da Pedreira em questão, o único efeito significativo de R&V passível de ser percebido pelos receptores potenciais é o provocado pelas detonações. As demais atividades emissoras de R&V, de menor intensidade, devem ser atenuadas pela distância e atributos do meio físico local – medições de R&V serão realizadas quando do início da operação da referida Pedreira, em locais específicos dos receptores potenciais, de forma a comprovar esta afirmação.

Embora o aspecto de topografia elevada favoreça a propagação sonora, como descrito no **Item 3.4**, o fato da frente de lavra estar direcionada para o interior do empreendimento tende a contribuir para a atenuação do nível de sobrepressão acústica sentido pelos receptores potenciais.

A presença das falhas geológicas Maron e Buerarema nas proximidades do maciço da Pedreira em questão tende a contribuir para a dispersão das ondas sísmicas emitidas pela detonação de explosivos na mineração do local, favorecendo a atenuação dos níveis de vibração sentidos nos receptores potenciais.

Em síntese, as características topográficas da frente de lavra prevista para a Pedreira tendem a favorecer a dispersão das ondas sonoras e das ondas sísmicas geradas na detonação de explosivos.

6.1.3 CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS DE ILHÉUS

Por influenciar a propagação do ruído na atmosfera, a direção predominante dos ventos na região de Ilhéus é analisada. Conforme apresentado no **Item 3.2.2** deste documento, a intensidade sonora e sua abrangência aumentam ao longo da direção predominante dos ventos.

O diagnóstico do meio físico da região de Ilhéus desenvolvido no Estudo de Qualidade do Ar apresenta o resultado do histórico de monitoramento de direção e intensidade dos ventos realizado no Aeroporto Jorge Amado, de 01/01/2008 a 31/12/2010. O resultado deste Estudo evidenciou a

existência de dois cenários meteorológicos na região do empreendimento, variando entre o período diurno e noturno, conforme evidenciado nas Rosas dos Ventos da *Figura 6.1*.

Os resultados apresentaram que durante o período diurno, das 10h às 18h, ocorre a predominância dos efeitos de brisas marinhas, vento da costa para o continente, da direção Leste (L) a Oeste (W). Já no período noturno, da 1h às 10h, ocorre a inversão deste comportamento. Neste período, o referido Estudo apresentou a predominância dos efeitos de brisas terrestres, do continente para a costa, caracterizadas por ventos na direção Oeste (W) a Leste (L).

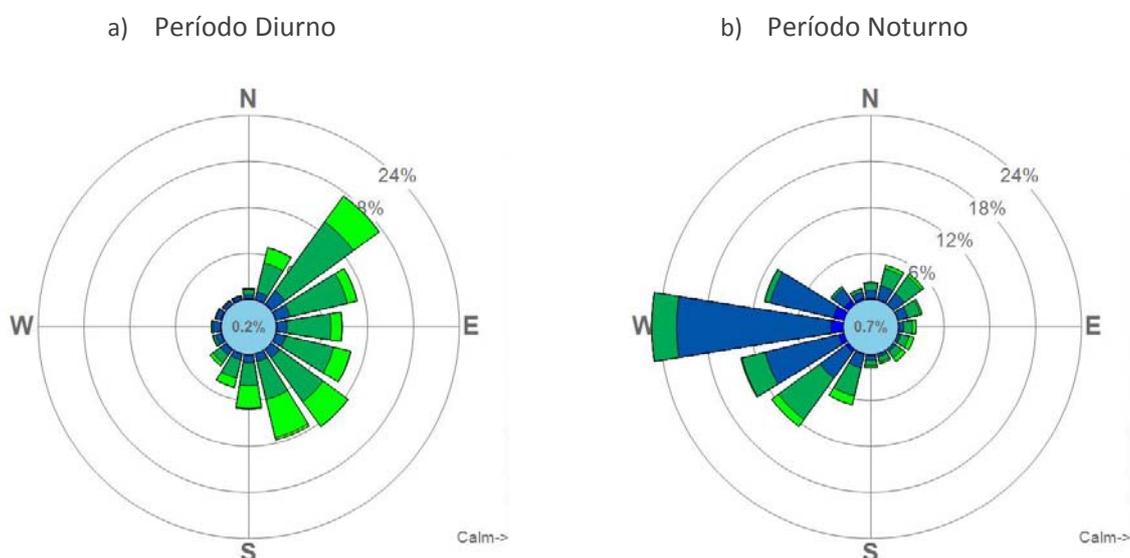


Figura 6.1: Rosa dos Ventos do resultado do ponto de monitoramento situado no Aeroporto Jorge Amado, média do período de 01/01/2008 a 31/12/2010: a) ocorrência de brisas marinhas, de Leste (E) a Oeste (W), durante o período diurno (10h às 18 h); b) ocorrência de brisas terrestres, de Oeste (W) a Leste (E), durante o período noturno (1h às 10 h)

Ao **Porto Sul**, essas informações são importantes no prognóstico dos efeitos do ruído gerado pelas fontes sonoras do empreendimento, uma vez que contribuem para a identificação do comportamento da propagação acústica na atmosfera.

6.2. Atributo Socioeconômico da Região do Porto Sul

A área projetada para a implantação do **Porto Sul** está situada na região de Aritaguá pertencente ao município de Ilhéus. Segundo o Plano Diretor desse município, a região projetada para o empreendimento e seu entorno imediato estão inseridas em três macrozonas específicas:

- Macrozona de Interesse Agrícola e Florestal (MAG);
- Macrozona de Interesse Florestal (MAM); e
- Macrozona de Interesse Urbanístico (MURB).

O conhecimento do Plano Diretor do município de Ilhéus se faz necessário à adequada identificação dos níveis máximos de conforto acústico exigidos na norma NBR – 10151. Por “Interesse Urbanístico” do PD de Ilhéus entende-se que a região pode ser classificada, segundo os critérios da NBR – 10151, como “estritamente residencial” ou “área mista, predominantemente residencial”, conforme descrito no **Capítulo 6** do presente Estudo. Por “Interesse Agrícola e Florestal” e “Interesse Florestal” entende-se que a região deve ser classificada, segundo a NBR – 10151, como “área de sítios e fazendas”. A *Figura 6.2* apresenta o mapeamento da demarcação das respectivas zonas na região do entorno do **Porto Sul**, cuja poligonal está indicada no mapa pela linha em laranja.

Neste cenário, os níveis máximos de ruído sentidos pela comunidade do entorno ao **Porto Sul** devem se restringir aos seguintes critérios:

- MAG e MAM: **40 dB(A)** em período diurno e **35 dB(A)** em período noturno;
- MURB – estritamente residencial: **50 dB(A)** em período diurno e **45 dB(A)** em período noturno;
- MURB – área mista, predominantemente residencial: 55 dB(A) em período diurno e **50 dB(A)** em período noturno.

Importa destacar que, segundo a norma NBR – 10151, no caso de ruído de características impulsivas ou tonais, os limites máximos permitidos são ainda mais severos. Por causarem sensações de desconforto mais pronunciadas, os níveis máximos são reduzidos em 5 dB(A) em relação aos níveis apresentados no parágrafo anterior.

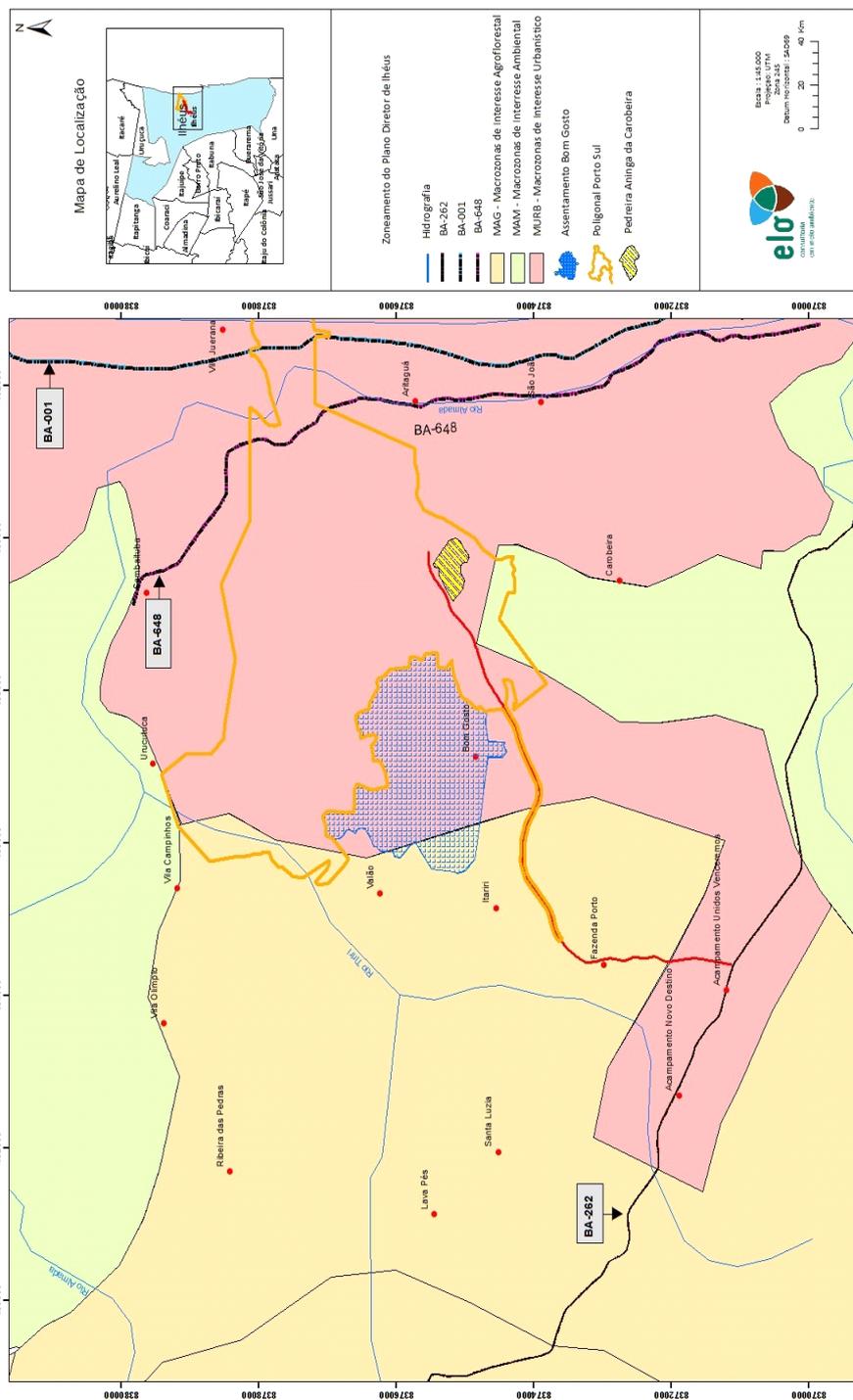


Figura 6.2: Plano Diretor Municipal de Ilhéus na Região do Entorno do Porto Sul.

6.3. Diagnóstico de Ruído, Vibração e Higidez Estrutural

O diagnóstico de R&V e Higidez Estrutural¹¹ do cenário de entorno à área projetada para o Porto Sul está dividido em seis regiões: região situada a Sudeste, a Leste, ao Norte, a Oeste, a Sudoeste e ao Sul do empreendimento.

6.3.1. REGIÃO A SUDESTE DO PORTO SUL – RODOVIA BA-648

Cenário de Ruído e Vibração

A rodovia estadual BA-648 é constituída de pista em terra batida em quase toda a extensão do trecho visitado, em relativamente bom estado de conservação, com presença de ondulações normais características desse tipo de estrada. Verificou-se tráfego eventual de motos e veículos leves, com a presença esporádica do ônibus da empresa municipal de transporte público. No período de aproximadamente 3h de visita de reconhecimento em campo às comunidades lindeiras a essa estrada, foi verificada a passagem de dois caminhões, sendo um deles de 32t (*Figura 6.3*).



Figura 6.3: Presença Eventual de Tráfego de Veículos de Carga na Rodovia BA-648: a) São João de Aritaguá e b) Iguape.

Não foram observadas fontes críticas de vibrações no entorno da estrada, sendo o transporte eventual de veículos pesados a única fonte de vibração.

¹¹ O cenário de higidez estrutural das edificações do entorno ao empreendimento são fundamentadas na inspeção expedita realizada pela **Beltrame Engenharia**.

Cenário similar é apresentado no caso dos níveis de ruído no entorno da rodovia BA-648, onde não foram identificadas fontes críticas de ruído. O baixo tráfego de veículos leves e de motos e o eventual tráfego de veículos de carga constituem as fontes principais de ruído dessa região. Por outro lado, no vilarejo de Iguape, durante a visita ao campo, identificou-se um nível de tráfego de veículos leves e de motos ligeiramente mais intenso, talvez pela proximidade do acesso às rodovias BA-262 e BA-001. Neste trecho da estrada, a pista está pavimentada.

Em análise qualitativa do cenário visitado, os níveis de conforto acústico das comunidades lindeiras à BA-648 devem, provavelmente, estar de acordo com os níveis máximos de ruído exigidos pela norma NBR-10151. Verificações técnicas objetivas podem ser obtidas por meio de medições técnicas de ruído nos locais avaliados.

Ressalta-se a existência de uma curva fechada (de aproximadamente 90°), estreita, inclinada e próxima às edificações, que favorece o aumento do nível de ruído emitido pelo tráfego de veículos, principalmente no caso de veículos pesados (*Figura 6.4*).



Figura 6.4: Curva Acentuada na Rodovia BA-648 em Iguape.

Cenário de Hígiene Estrutural

Vila de Aritaguá

Existência predominante de edificações residenciais muito simples, construídas em alvenaria, predominantemente de tijolo cerâmico, revestidas ou não revestidas, e algumas estruturadas em concreto armado. Muitas das casas encontram-se construídas a aproximadamente 5,0 m abaixo do greide da estrada. Algumas outras estão construídas em nível com o greide da estrada, com destaque à proximidade com a pista de rolamento, sem qualquer faixa de segurança entre as casas e a pista (Figura 6.5).



Figura 6.5: Edificações Existentes ao Longo da Estrada Centenária no Trecho do Distrito de Aritaguá.

Vilarejo da Fazenda São Thiago

Edificações residenciais construídas em alvenaria, predominantemente de tijolo cerâmico, revestidas ou não revestidas, e não estruturadas. Localizadas em distância aproximada de 80,0 m da estrada. Destacam-se a presença da Capela de São Thiago (de 1898) e a edificação tipo galpão da antiga estação ferroviária, a qual dista cerca de 15,0m da estrada (Figura 6.6).



Figura 6.6: Edificações Existentes ao Longo da BA-648 no Trecho da Fazenda São Thiago.

Vila Vidal

Edificações residenciais construídas em alvenaria, predominantemente de tijolo cerâmico, revestidas ou não revestidas, e estruturadas, inclusive, com laje de concreto armado. Distam cerca de 9,0 m da estrada (Figura 6.7).



Figura 6.7: Edificações Existentes ao Longo da BA-648 no Trecho da Vila Vidal.

São João de Aritaguá – presença da pedra inativa de Sambaituba

Foram identificadas edificações residenciais construídas em alvenaria, predominantemente de tijolo cerâmico, revestidas ou não revestidas, algumas estruturadas em concreto armado. Destaca-se a presença da Igreja de Nossa Senhora de Lourdes (de 1904), às margens da estrada e de alguns

poucos comércios (bares) no local. Presença de lombada de redução de velocidade de veículos na pista. Evidências de comprometimento estrutural em algumas edificações (*Figura 6.8*).



Figura 6.8: Edificações Existentes ao Longo da BA-648 no Trecho de São João de Aritaguá: Igreja de Nossa Senhora de Lourdes, datada de 1904 (à esquerda) e Evidência de Residência Comprometida Estruturalmente – Fissura Aparente Indicada pelas Setas em Amarelo (à direita).

Iguape

Edificações residenciais e comerciais construídas em alvenaria, predominantemente de tijolo cerâmico, revestidas ou não revestidas, algumas estruturadas em concreto armado. Muitas casas estão construídas a, aproximadamente, 3,0 m abaixo do greide da estrada, outras estão construídas em nível com o greide da estrada, muito próximas da pista de rolamento, sem área de segurança entre as casas e a pista. Existência de casas de dois pavimentos (*Figura 6.9*).



Figura 6.9: Edificações Existentes ao Longo da BA-648 no Trecho de Iguape.

6.3.2. REGIÃO A LESTE DO PORTO SUL

Cenário de Ruído e Vibração

Ausência de fontes críticas de ruído e vibração.

Cenário de Hígiez Estrutural

Condomínio Japar – proximidade  ponte onshore-offshore

Situado às margens da rodovia BA-001, composto por edificações residenciais e comerciais, construdas em alvenaria, revestidas, de at dois pavimentos (*Figura 6.10*).



Figura 6.10: Edificações do Condomnio Japar, na Proximidade da Ponte *Onshore-Offshore*.

Vila Juerana

Situada às margens da rodovia BA-001, presena de edificações residenciais e comerciais, construdas em alvenaria revestida, com at dois pavimentos (*Figura 6.11*).



Figura 6.11: Vila Juerana às Margens da BA-001.

Rodovia Estadual BA-001

Rodovia pavimentada, de pista simples, e mão dupla. Durante a visita não foi observado tráfego intenso de veículos, a despeito de ter sido constatado o trânsito de veículos pesados.

6.3.3. REGIÃO AO NORTE DO PORTO SUL

Cenário de Ruído e Vibração

Ausência de fontes críticas de ruído e vibração.

Cenário de Higidez Estrutural

Vila de Sambaituba

Foram identificadas edificações simples, residenciais e comerciais e presença de antiga estação ferroviária (Figura 6.12).



Figura 6.12: Edificações da Vila de Sambaituba.

Vila de Urucutuca

Foram identificadas edificações residenciais construídas em alvenaria, predominantemente de tijolo cerâmico, revestidas ou não revestidas. Presença de casas construídas em madeira. (Figura 6.13).



Figura 6.13: Edificações da Vila de Urucutuca.

Vila Campinhos e Vila Olimpo – proximidade das instalações ferroviárias da FIOL

Edificações residenciais construídas em alvenaria, predominantemente de tijolo cerâmico, revestidas ou não revestidas, localizadas às margens da pista. Presença de casas construídas em madeira (Figura 6.14).



Figura 6.14: Edificações da Vila de Campinhos (esquerda) e da Vila Olimpo (direita).

6.3.4. REGIÃO A OESTE DO PORTO SUL

Rodovia Estadual BA-262

Rodovia que fará o acesso do empreendimento à Rodovia Federal BR-101.

Cenário de Ruído e Vibração

Ausência aparente de fontes críticas de ruído e vibração.

Cenário de Higidez Estrutural

Rodovia pavimentada, de pista simples, e mão dupla. Tráfego significativo de veículos. Foi evidenciada a presença de veículos pesados trafegando nesta rodovia.

6.3.5. REGIÃO A SUDOESTE DO PORTO SUL

Região onde será implantada a via de acesso ao Porto Sul.

Cenário de Ruído e Vibração

Ausência de fontes críticas de ruído e vibração.

Cenário de Higidez Estrutural

Itariri

A sede do Vilarajo é caracterizada por edificações construídas em madeira e/ou em alvenaria, localizadas a 50,0 m da estrada.

Assentamento Bom Gosto

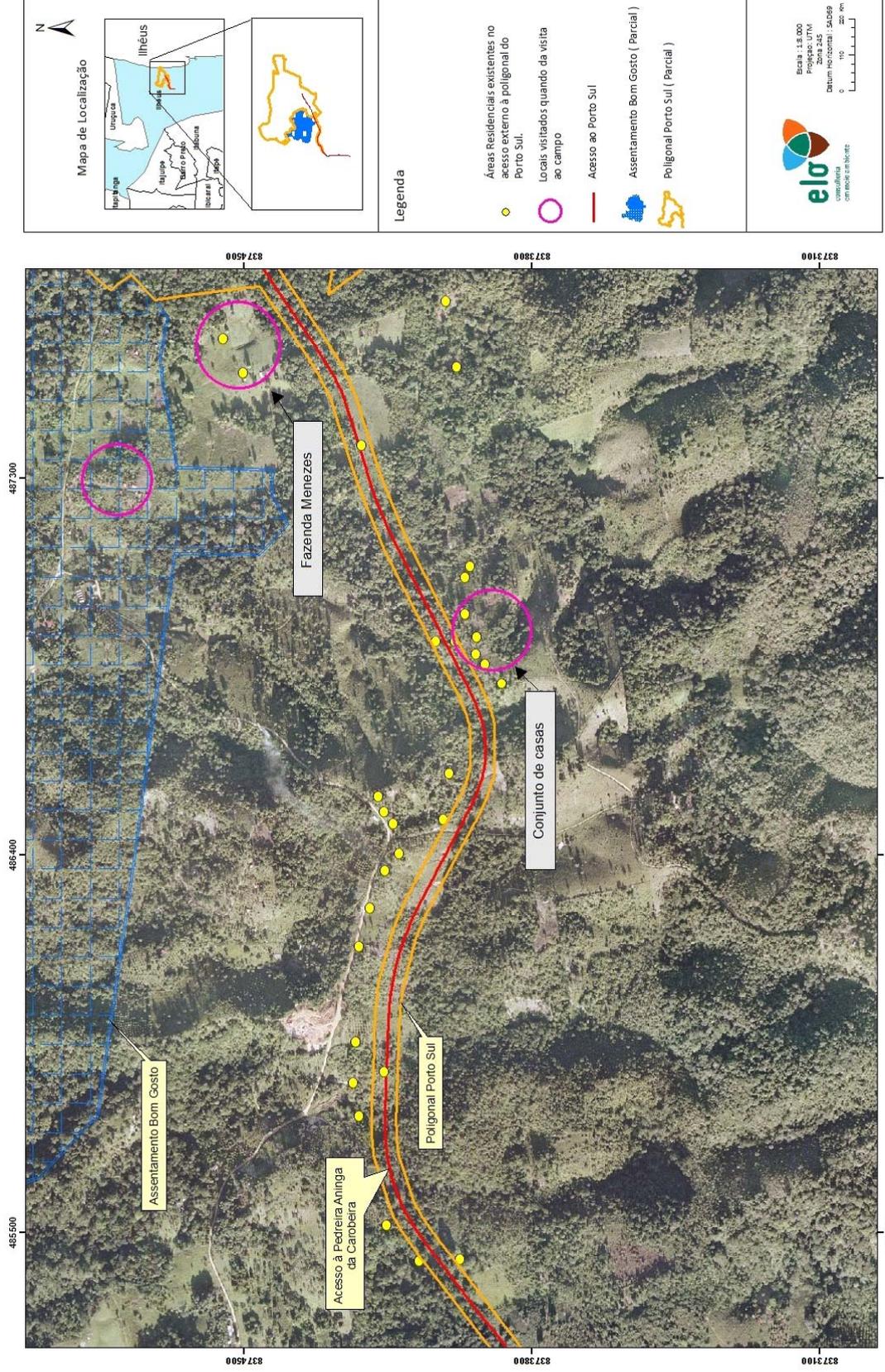
Na rua principal do assentamento estão localizadas edificações caracterizadas por construções simples. O local é situado em região de elevação topográfica e nas proximidades da via de Acesso ao **Porto Sul** que se liga à BA-262 por meio da Estrada Municipal de Itariri.



Figura 6.15: Edificações da Rua Principal do Assentamento Bom Gosto.

Região do entorno ao vale onde passará a via de Acesso ao Porto Sul

A região é marcada pela presença de residências dispersas (*Figuras 6.16 e 6.17*), onde as edificações são dotadas de características construtivas diversas, havendo desde sítios e fazendas até casas simples de fragilidade estrutural aparente. Diferenciam-se também no tocante à localização topográfica, estando algumas localizadas na região de vale, outras no topo das elevações, com vista direta à região do vale.



Mapa de Localização

Legenda

- Locais visitados quando da visita ao campo
- Áreas Residenciais existentes no acesso externo à poligonal do Porto Sul.
- Acesso ao Porto Sul
- Assentamento Bom Gosto (parcial)
- Poligonal Porto Sul (Parcial)

elo
consultoria
em meio ambiente

Escala : 1:50.000
Projção: UTM
Zona 24S
Datum Horizontal : SAD69
0 100 200 300 m

Figura 6.17: Mapeamento da Região a Sudoeste do **Porto Sul**, com Destaque à Presença de Residências nas Proximidades do Novo Acesso à Rodovia Estadual BA-262 (zoom da *Figura 6.16*).

As Figuras 6.16 e 6.17 permitem visualizar a localização das edificações mencionadas, as quais totalizam 48 edificações.

6.3.6. REGIÃO AO SUL DO PORTO SUL

Cenário de Ruído e Vibração

Ausência de fontes críticas de ruído e vibração.

Cenário de Higiene Estrutural

Carobeira de Baixo

Presença de escolas, igrejas, boate clube, área de esportes em geral e residências. Construídas em alvenaria, predominantemente de tijolo cerâmico, revestidas e não revestidas, algumas estruturadas em concreto armado. Muitas estão construídas nas laterais da estrada. O vilarejo está situado a cerca de 1,5 km de distância da Pedreira Aninga da Carobeira.

Carobeira de Cima

Presença predominante de edificações residenciais construídas em alvenaria de tijolo cerâmico, revestidas e não revestidas. Existência de casas construídas de madeira a pique às margens da estrada, todavia a aproximadamente 0,9 km da Pedreira Aninga da Carobeira.



Figura 6.18: Edificações das Vilas Carobeira de Baixo (esquerda) e Carobeira de Cima (direita).

Merece destaque a presença de uma moradia evidenciada na *Figura 6.19*, localizada a cerca de 700m à Leste da Pedreira Aninga da Carobeira, e em mesmo nível topográfico da futura lavra em questão.

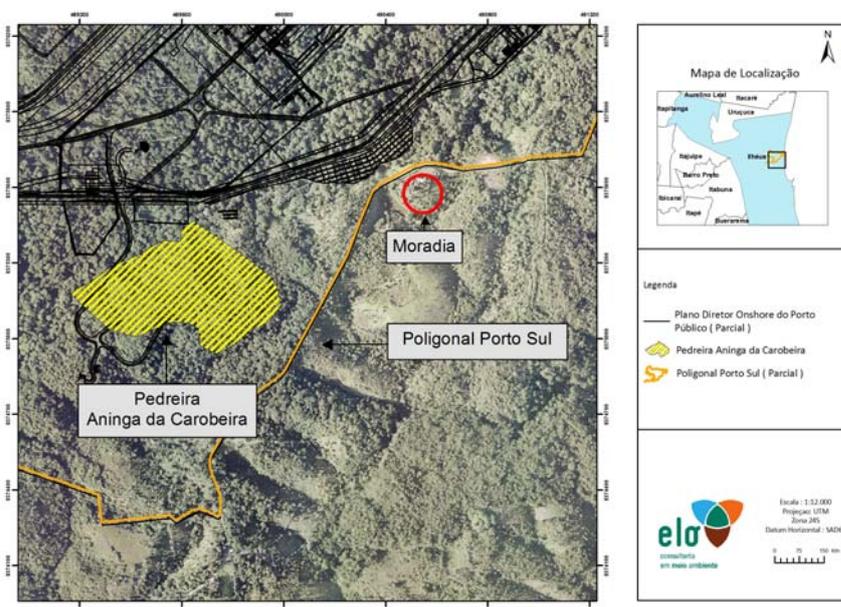


Figura 6.19 Moradia que Dista Cerca de 700m (à Leste) da Pedreira Aninga da Carobeira.

6.4. Considerações sobre o Diagnóstico Preliminar

Este diagnóstico considerou a descrição do cenário de referência evidenciado na região de interesse com vistas à identificação e análise de potenciais fontes emissoras de R&V presentes nesta região. A conclusão apresentada por este diagnóstico revela que o cenário atual do entorno do **Porto Sul** não contempla fontes críticas de emissão de R&V.

O diagnóstico teve-se, também, à identificação e análise da localização e das condições de higidez estrutural dos potenciais receptores das emissões de R&V associadas ao projeto **Porto Sul** durante as fases de implantação e operação.

Diante do exposto, ao considerar os aspectos locais das comunidades existentes no entorno da poligonal projetada para o empreendimento e os atributos predominantes do meio físico da região, bem como o regime legal descrito no **Capítulo 5**, este Diagnóstico estabelece os fundamentos qualitativos que sustentam a identificação das potenciais fontes críticas de R&V evidenciadas e qualificadas no **Capítulo 7 – Prognóstico**.

7. PROGNÓSTICO

Neste **Capítulo** é apresentado o cenário projetado de R&V associado ao projeto **Porto Sul**, no qual a relação entre localização geográfica das fontes e os atributos locais dos potenciais receptores é de fundamental importância para a avaliação. Isto porque a criticidade de uma fonte não deve ser analisada de forma absoluta. Deve-se atentar para que esta avaliação seja sempre de caráter relativo.

O mapeamento das fontes críticas é realizado tendo como referência o mapa do entorno do **Porto Sul** apresentado na *Figura 7.1*.

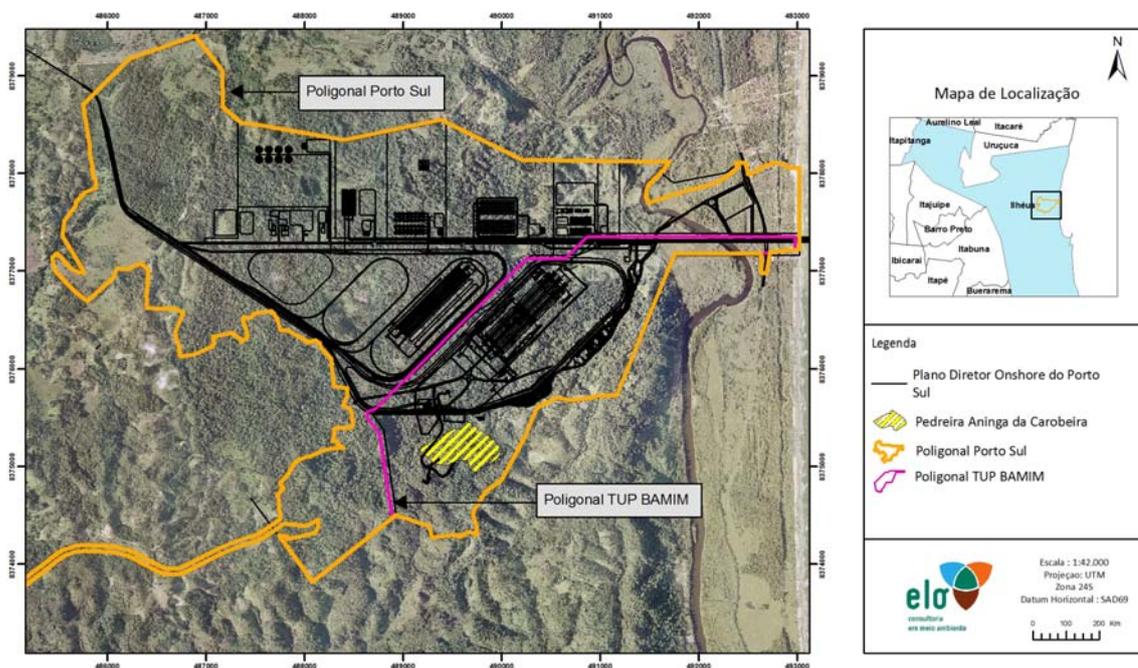


Figura 7.1: Mapeamento do Entorno do **Porto Sul**.

7.1. Fontes Críticas Potenciais de R&V no Porto Sul

A consolidação integrada dos aspectos locacionais do meio físico da região, com as atividades emissoras de R&V previstas no empreendimento, aliada à fundamentação técnica e às características específicas dos receptores do entorno, permitiu o desenvolvimento projecional do cenário de R&V do Porto Sul durante as fases de implantação e operação.

O presente Estudo identificou NOVE fontes de R&V passíveis de serem consideradas críticas no Porto Sul face aos efeitos gerados nos receptores potenciais:

1. Ponte *Onshore-Offshore*
2. Canteiro de Obras *Offshore*
3. Rodovia Estadual BA-648
4. Rodovia Estadual BA-001
5. Pátio e Oficinas de Vagões e Manutenção de Locomotivas
6. Pedreira Aninga da Carobeira
7. Acesso Ferroviário Interno
8. Rodovia Estadual BA-262
9. Via de Acesso ao **Porto Sul** – Interligada à Estrada Municipal de Itariri.

As Figuras 7.2 e 7.3 apresentam o mapeamento da região do entorno do **Porto Sul**, com destaque para as nove fontes de R&V que são discutidas a seguir em detalhes.

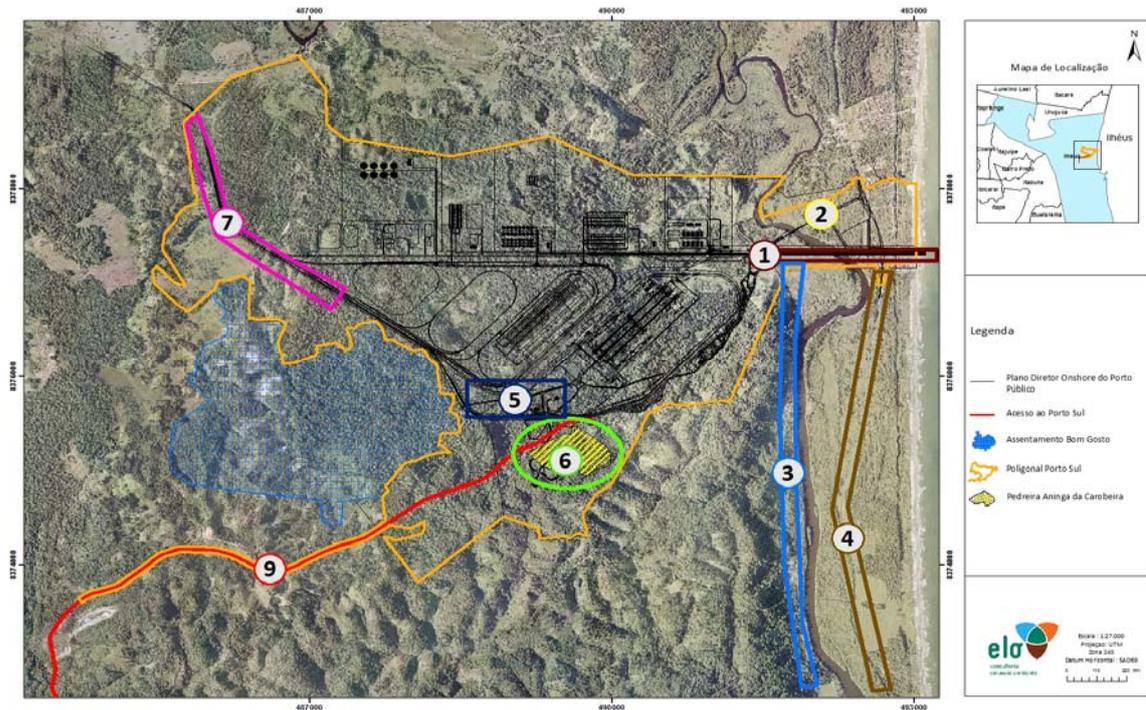


Figura 7.2: Mapeamento do Entorno do Empreendimento, com Destaque a Oito das Nove Fontes do **Porto Sul** Passíveis de Serem Críticas no Tocante a R&V.

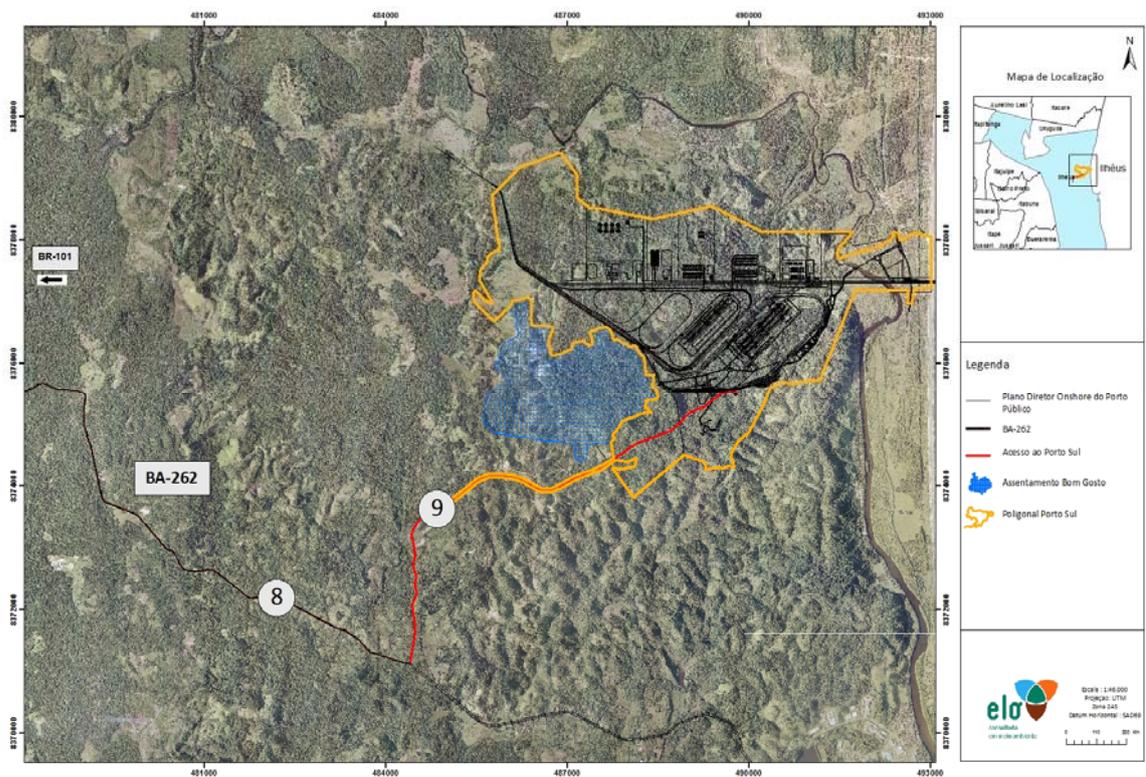


Figura 7.3: Mapeamento da Região do Empreendimento, com Destaque a Duas das Nove Fontes do **Porto Sul** Passíveis de Serem Críticas no Tocante a R&V.

Durante a fase de implantação, são previstas neste local a movimentação e operação de maquinários em geral, equipamentos pesados e veículos de carga vinculados às obras não só da ponte em questão, como também do píer provisório, da armadura do quebra-mar e de estruturas marítimas específicas, conforme especificado no Apêndice 1 do “Caderno de Respostas ao Parecer Nº 09/2012 – COPAH/CGTMO/DILIC/IBAMA”.

Esses esforços podem alterar de forma significativa os efeitos de R&V percebidos pelos receptores potenciais. Nesses locais, os níveis de ruído, se não controlados, podem vir a exceder os níveis máximos exigidos pela norma ABNT NBR-10151. De forma similar, se não controlados, os níveis de vibração podem vir a causar eventuais danos às estruturas das edificações lindeiras.

Na fase de operação está prevista a ocupação da ponte pelo funcionamento de três pistas de veículos e por um sistema de transporte de cargas composto por cinco correias transportadoras, conforme *Figura 7.5* extraída do Apêndice 1 do “Caderno de Respostas ao Parecer Nº 09/2012 – COPAH/CGTMO/DILIC/IBAMA”.

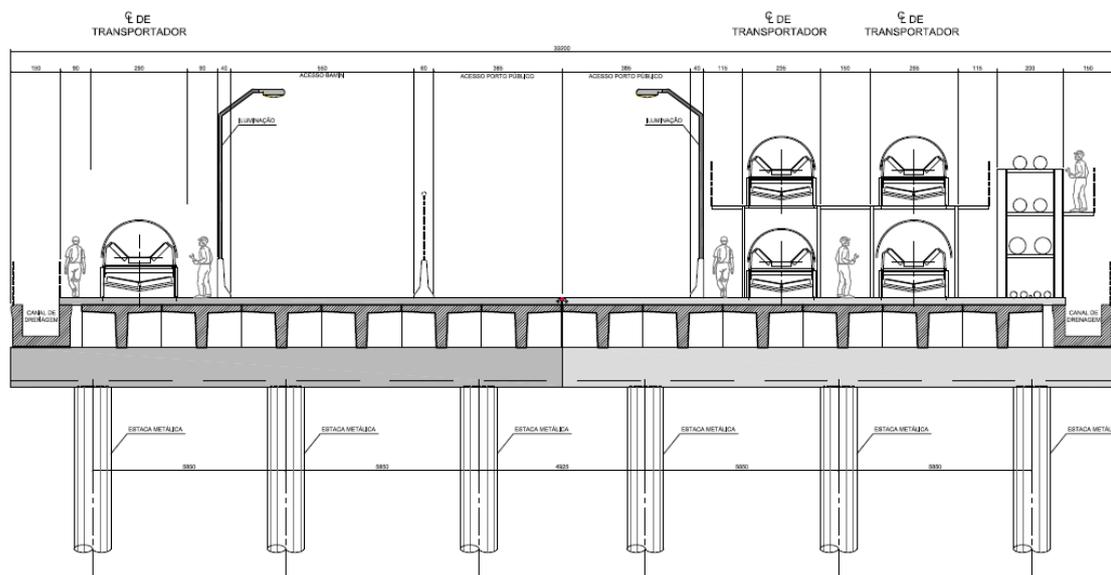


Figura 7.5: Ocupação Prevista à Ponte *Onshore-Offshore* do Porto Sul¹².

Por estar previsto tráfego não intenso de veículos na ponte, o ruído rodoviário não constitui, *a priori*, risco de criticidade. No entanto, o sistema de correias transportadoras representa criticidade

¹² Fonte: Apêndice 1 do “Caderno de Respostas ao Parecer Nº 09/2012 – COPAH/CGTMO/DILIC/IBAMA”.

potencial a ser contingenciada face ao nível exigido pela norma NBR-10151, no caso 55 dB(A), considerando o período diurno e a região como sendo área mista predominantemente residencial¹³.

7.3. Canteiros de Obras Offshore

O canteiro de obras offshore é um local onde serão realizadas atividades diversas voltadas a obras da ponte de acesso ao píer, do quebra-mar e de dragagem, atividades estas passíveis de gerar níveis elevados de ruído, inclusive de caráter impulsivo. No local serão fabricadas, por exemplo, as peças pré-moldadas em concreto utilizadas para as estruturas da ponte de acesso ao píer de carregamento.

A proximidade das comunidades ao Norte, como, por exemplo, a Vila Juerana, conforme indicado pela *Figura 7.6*, faz com que essa região possa ser caracterizada como potencial receptora do ruído em questão. Neste caso específico, devido à localização relativa entre fonte/receptor, a influência dos ventos é indiferente na propagação sonora¹⁴, e também não há a presença de elevações significativas do terreno que possam contribuir para a atenuação do ruído propagado.

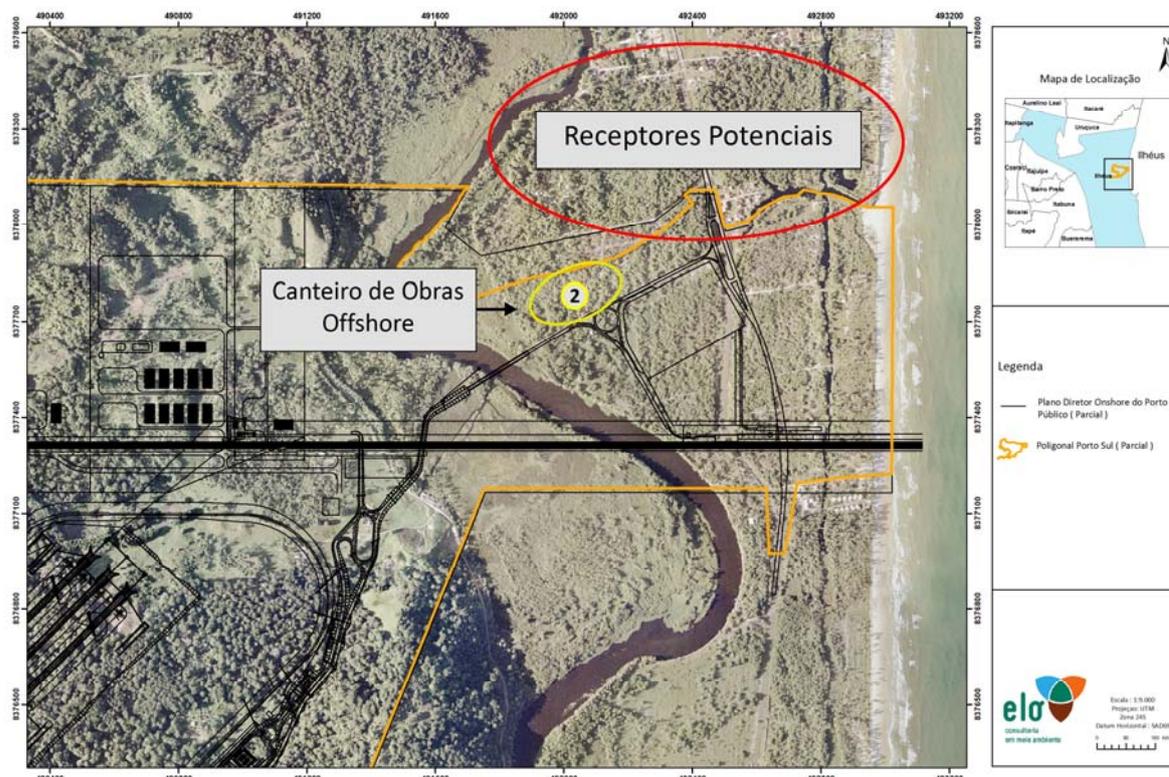


Figura 7.6: Mapeamento do Entorno do **Porto Sul**, com Destaque à Localização do Canteiro de Obras *Offshore* (2) e dos Receptores Potenciais.

¹³ Considerando o **Quadro 5.1** de nível de conforto acústico para ambientes externos e o plano diretor municipal de Ilhéus da Figura 6.2.

¹⁴ Conforme item 6.1.3 deste documento.

Vale ressaltar que, a priori, tanto o canteiro de obras *onshore* como o canteiro de obras da Pedreira não são considerados como potenciais fontes críticas de R&V ao empreendimento. Esta consideração é fundamentada no fato de ambos os canteiros estarem distantes de eventuais receptores potenciais – como, por exemplo, o assentamento Bom Gosto e os vilarejos Carobeira de Baixo e Carobeira de Cima – e separados por relevos de topografia elevada, favorecendo a atenuação acústica e vibracional das emissões de R&V geradas pelas atividades desses locais.

7.4. Rodovia Estadual BA-648

A utilização desta via de acesso pelo empreendimento durante a fase de implantação faz da rodovia BA-648 potencial fonte crítica de R&V, com destaque inclusive no tocante à higidez estrutural das edificações lindeiras (Figura 7.7).

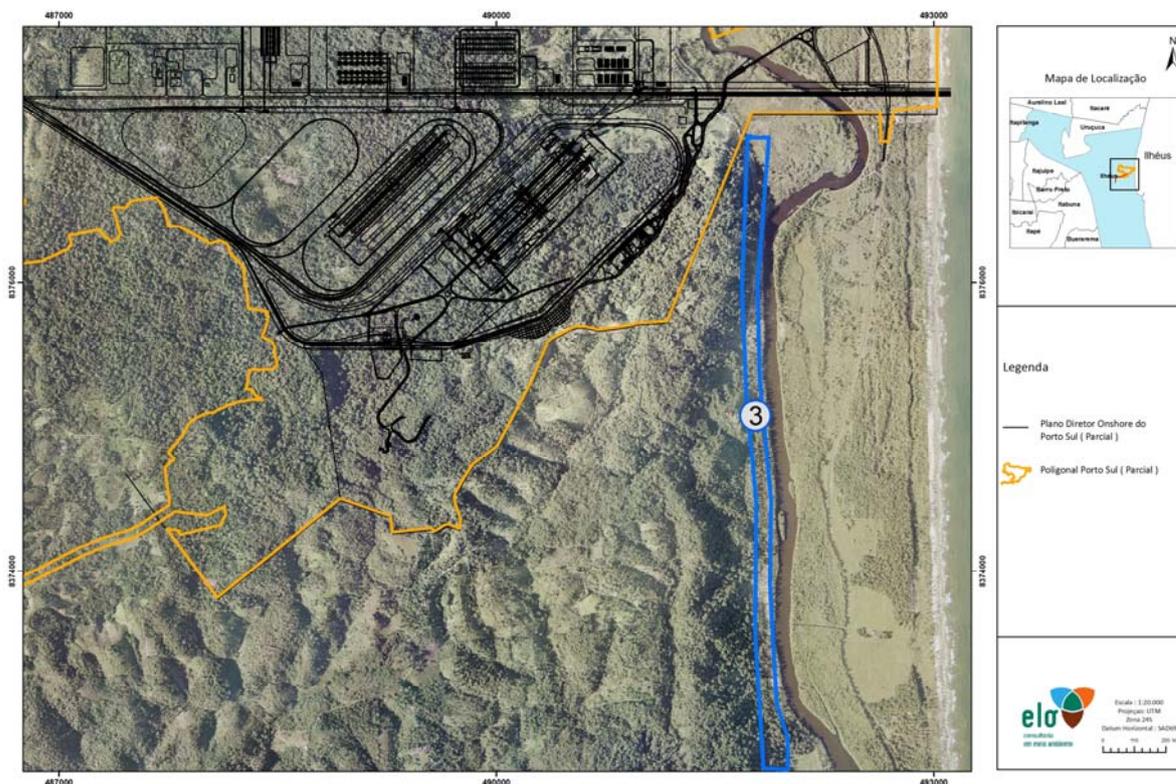


Figura 7.7: Mapeamento do Entorno do Porto Sul, com Destaque à Localização da Rodovia BA-648 (3).

Conforme diagnóstico disposto no **Capítulo 6**, esta estrada é caracterizada, principalmente em Aritaguá, São João de Aritaguá, Vila Vidal e Iguape, pela presença de edificações construtivas significativamente simples, algumas de fragilidade estrutural evidente. Aliado a isso, a ausência de faixa de segurança entre moradias e a pista em alguns trechos da estrada demanda atenção especial quando da sua utilização pelo empreendimento.

Diante deste cenário, o conforto acústico das comunidades lindeiras e a vibração estrutural nas edificações às margens da rodovia podem caracterizar efeitos passíveis de serem considerados críticos nesses locais. Portanto, faz-se necessária a adoção de um conjunto integrado de ações de controle, inclusive preventivo, identificadas no Capítulo 8 deste Estudo e detalhadas no Estudo de Acessos que compõe a **Parte II do Apêndice 3** deste documento.

7.5. Rodovia Estadual BA-001

A utilização da Rodovia Estadual BA-001 pelo **Porto Sul** está prevista para o todo o período de empreendimento, tanto na etapa de implantação quanto de operação.

Na etapa de implantação esta rodovia deverá receber o transporte de insumos e equipamentos para as obras *offshore* até o mês 10 e para o transporte de pessoal alocado nas obras *offshore* durante toda a etapa de implantação, ou seja, até o mês 54 (contados a partir do mês de início das obras). As rochas para a construção do PEP – Píer de Embarque Provisório - serão transportadas pela BA 001 nos meses 7 a 10 (a partir do início das obras). Esse transporte representa a porção de maior frequência diária de tráfego de veículos pesados nesta rodovia. O detalhamento da tipologia de veículo e de carga, bem como da frequência de transporte nesta rodovia, está evidenciado no Estudo de Acessos – **Parte II do Apêndice 3**.

O acréscimo de veículos de carga nesta rodovia em decorrência da etapa de implantação do empreendimento, em determinados períodos, se não controlado, pode vir a alterar os níveis de R&V sentidos pelas comunidades lindeiras a esta rodovia (*Figura 7.8*). A elucidação desta questão se dará

por meio do Plano de Monitoramento de R&V na BA-001 que deverá apontar se necessário, as ações de controle e/ou de mitigação a serem implantadas.

Na etapa de operação, esta rodovia será utilizada para o transporte de pessoal para o Porto Sul.

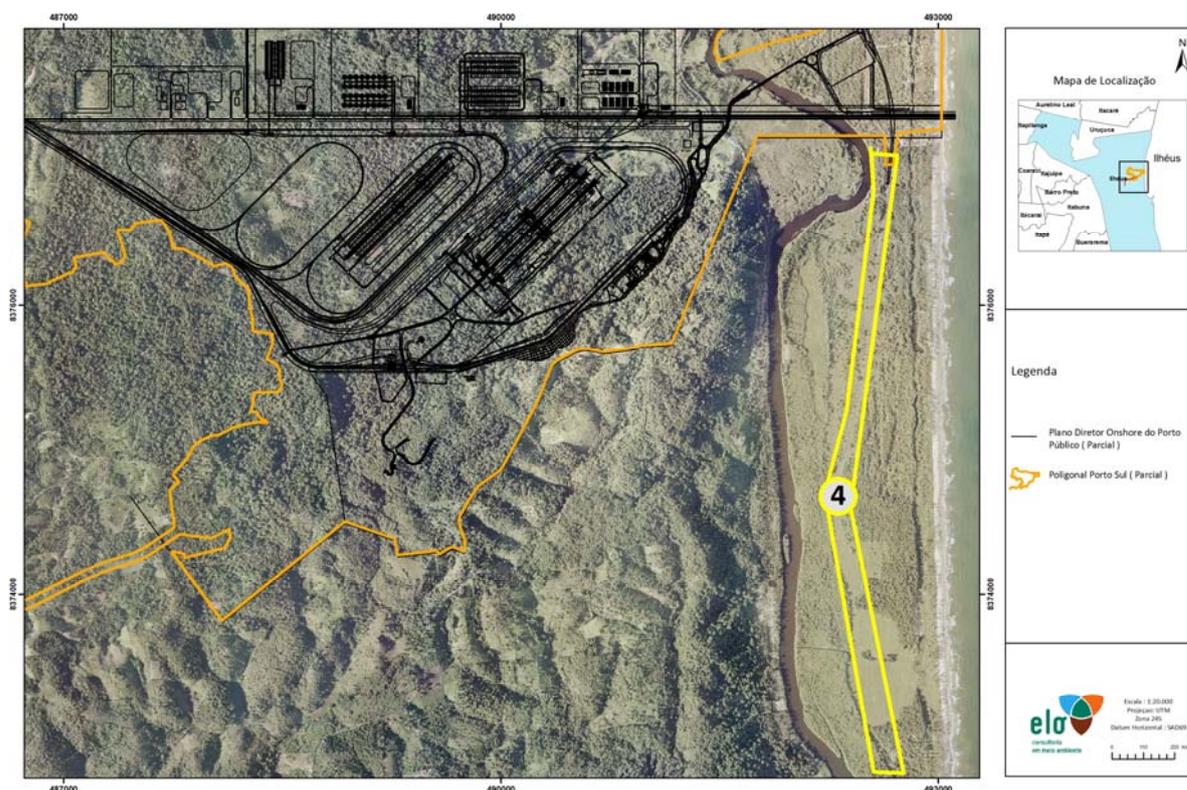


Figura 7.8: Mapeamento do Entorno do **Porto Sul**, com Destaque à Localização da Rodovia Estadual BA-001, (4).

7.6. Pátio e Oficinas de Vagões e de Locomotivas

As atividades pertinentes aos pátios e oficinas de vagões e de locomotivas são geralmente associadas à geração de níveis elevados de R&V, de caráter impulsivo inclusive. Por consequência, muitas vezes a região lindeira a esses locais é afetada de maneira significativa no tocante ao conforto acústico e a eventuais danos estruturais.

No caso do **Porto Sul**, esses locais estão situados no interior da poligonal do empreendimento, sem a presença de comunidades e edificações lindeiras. Aliado a isto, a presença das elevações no terreno das extremidades norte e sul do empreendimento favorecem a atenuação dos níveis de R&V

7.7. Pedreira Aninga da Carobeira

Nas atividades desenvolvidas pela Pedreira Aninga da Carobeira, a proximidade da cava com receptores potenciais e os atributos específicos do meio-físico do local caracterizam a respectiva Pedreira como potencial fonte crítica no tocante a R&V.

Na Pedreira em questão, a detonação dos explosivos consiste a única fonte passível de ser crítica no tocante a R&V. Demais atividades de mineração, como por exemplo, as realizadas na área de beneficiamento, não representam criticidades potenciais visto que tendem a ser atenuadas pela distância e pelos atributos naturais do meio físico do local.

Conforme descrito no **Item 3.4**, lavra em topografia elevada tende a favorecer a propagação do ruído das detonações aos receptores localizados diante da mina. No caso da Aninga da Carobeira, embora esteja localizada em topografia elevada, a frente de lavra estará voltada ao interior do empreendimento (direção Norte), favorecendo a atenuação do ruído sentido pelos potenciais receptores localizados ao Sul do empreendimento (Carobeira de Baixo e Carobeira de Cima).

Conforme especificado no **item 6.1.3**, a direção predominante dos ventos no período diurno, na direção de Leste (E) a Oeste (W), contribui para a propagação do ruído nesta direção, caracterizando a região a Oeste do empreendimento, como por exemplo, a vila de Itariri e o Assentamento Bom Gosto, também como potencial receptora dos efeitos de sobrepressão.

Embora mais distante e sendo favorecida pela direção predominante dos ventos, Aritaguá, localizada às margens da rodovia BA-648, pode também vir a ser afetada pelos efeitos de ruído gerados pelas detonações da Pedreira.

No caso de vibrações, a presença geológica da Falha do Maron e da Falha de Buerarema nas proximidades da cava pode favorecer a atenuação das ondas sísmicas sentidas pelos potenciais receptores.

Tanto ruído quanto vibração, a moradia à Leste da Pedreira, indicada no mapa da *Figura 7.10*, constitui o receptor potencial de maior proximidade à mina: em torno de 700m. Entre este local e a

mina não há variação significativa de altitude do terreno, como vales ou elevações, os quais poderiam favorecer a atenuação das ondas sonoras ou sísmicas, respectivamente, originadas pelas detonações.

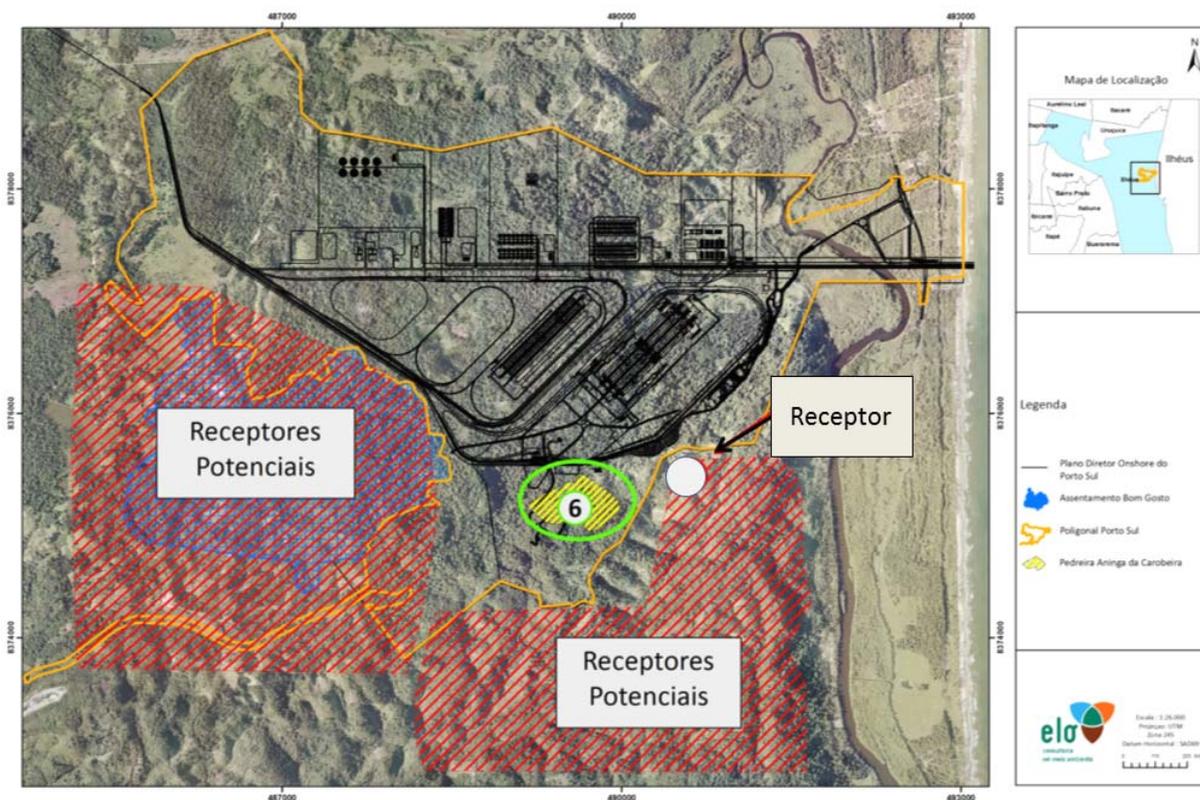


Figura 7.10: Mapeamento do Entorno do Porto Sul, com Destaque à Localização da Pedreira Aninga da Carobeira (6) e dos Receptores Passíveis de Serem Críticos Quanto a R&V.

Importante destacar que possíveis alterações de ajuste do desenho da cava não representam alterações significativas à avaliação apresentada por este Estudo. Desde que mantida a localização da lavra no mesmo maciço em questão, e que a lavra esteja direcionada ao interior do empreendimento, as análises de R&V apresentadas continuam válidas.

7.8. Acesso Ferroviário Interno

O acesso ferroviário ao **Porto Sul** se realizará a partir de um ramal que parte do último pátio da FIOI (EF 334) da VALEC, conforme indicado na *Figura 7.11*. Segundo o **TOMO I** do **EIA-RIMA** do empreendimento, uma rede de linhas ferroviárias está prevista para a região interna do **Porto Sul**, de forma a atender ao TUP Bamim e ao Porto Público.

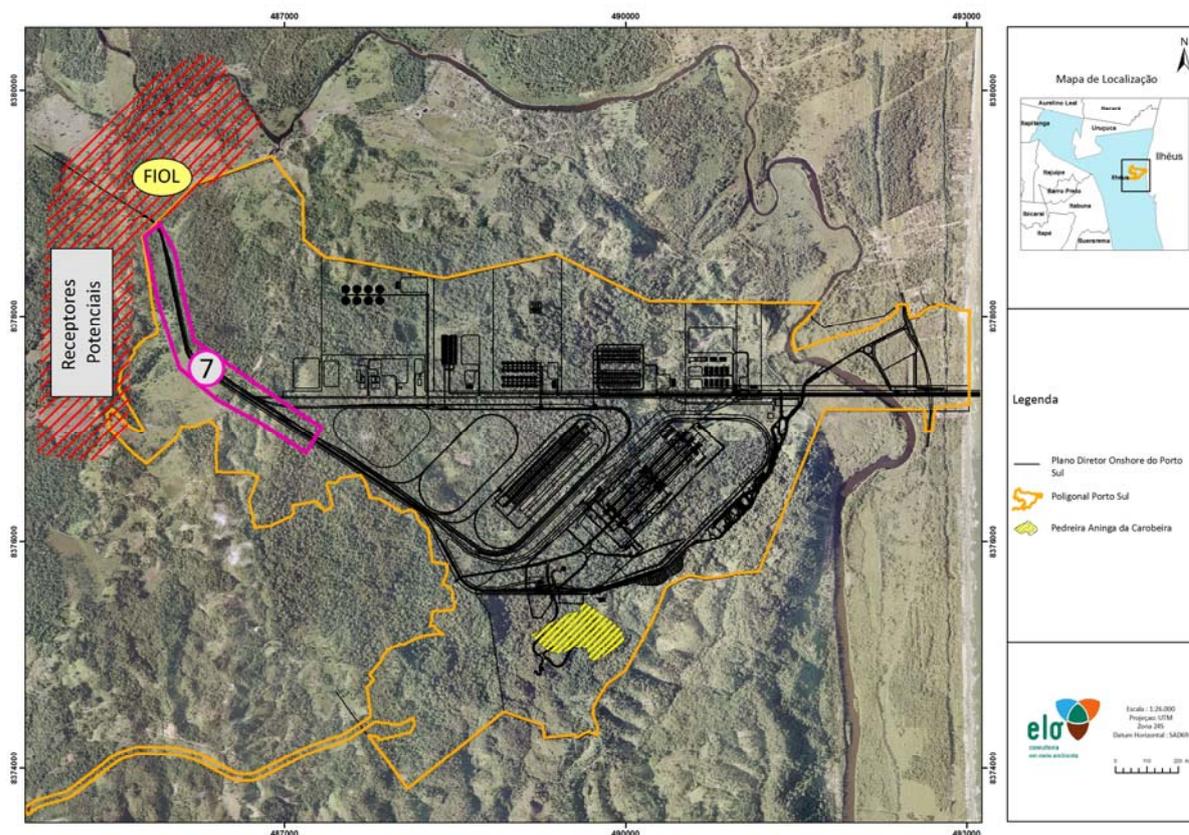


Figura 7.11: Mapeamento do Entorno do **Porto Sul**, com Destaque ao Acesso Ferroviário do Porto Sul (7), ao Local Reservado às Atividades Ferroviárias da FIOL, e aos Potenciais Receptores.

Os níveis de R&V associados ao transporte ferroviário e aos processos desenvolvidos nos terminais, tais como viradores de vagões e/ou descarregadores de vagões de carga, não representam, *a priori*, potencial para serem caracterizados como críticos quanto a estes temas. Embora essas atividades possam vir a gerar níveis significativos de R&V, a propagação desses efeitos tende a ser atenuada pela distância com os potenciais receptores e pelos atributos característicos do meio físico da região: direção predominante dos ventos e elevações do terreno.

No entanto, os níveis R&V associados ao tráfego rodoviário nas imediações do acesso ao **Porto Sul**, se não controlados adequadamente, podem vir a constituir criticidade potencial ao empreendimento.

7.9. Rodovia Estadual BA-262

A rodovia estadual BA-262 consiste no trecho rodoviário que fará o acesso do empreendimento à rodovia federal BR-101, como apresenta *Figura 7.12*. Por essa rodovia estadual está prevista a passagem de grande parte dos veículos pesados associados às atividades desenvolvidas durante a fase de implantação do **Porto Sul**, assim como o transporte de carga durante a fase de operação do empreendimento. Se não controlado, o acréscimo do tráfego de veículos de carga pela rodovia pode alterar de forma significativa os níveis de R&V sentidos nas comunidades lindeiras.

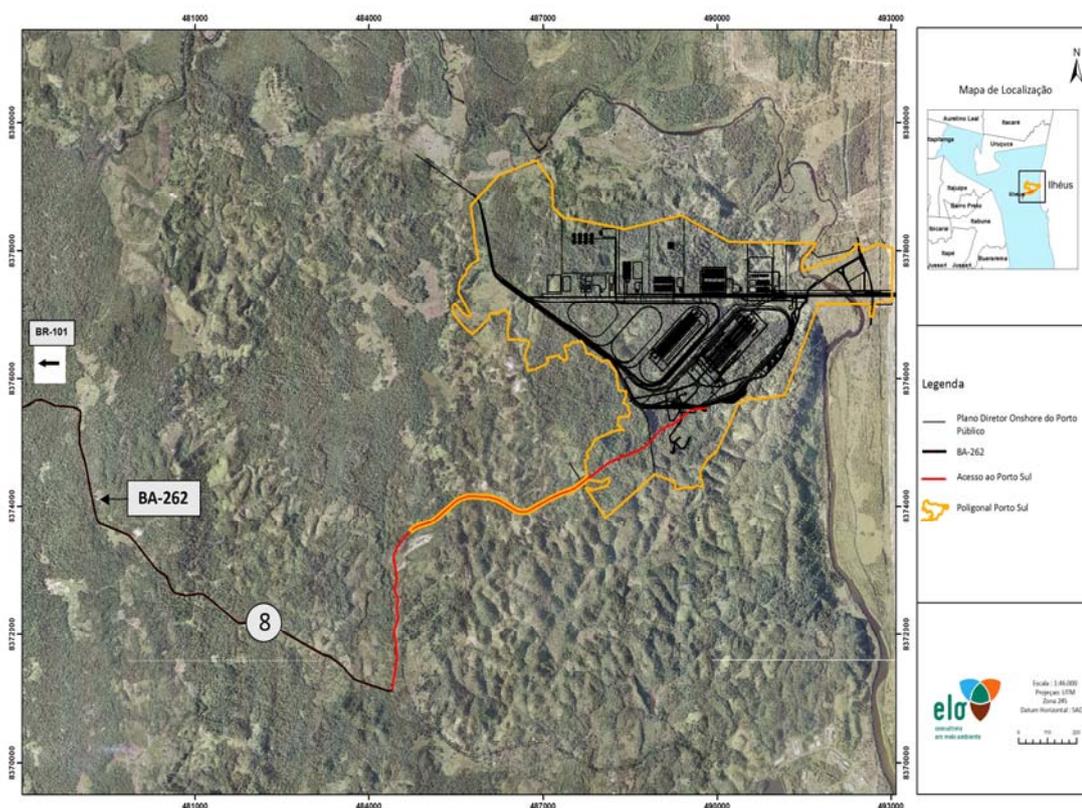


Figura 7.12: Mapeamento da Região do **Porto Sul**, com Destaque à Localização da Rodovia Estadual BA-262 (Indicada pelo Número 8), Principal Via de Acesso do Empreendimento à Rodovia BR-101.

7.10. Acesso ao Porto Sul

O acesso da Rodovia Estadual BA-262 ao empreendimento será realizado por meio da Estrada Municipal de Itariri e da via de Acesso ao **Porto Sul** a ser implantada, conforme evidenciado na *Figura 7.13*. Na fase atual do projeto desta estrada está prevista uma única via de acesso da BA-262 ao empreendimento.

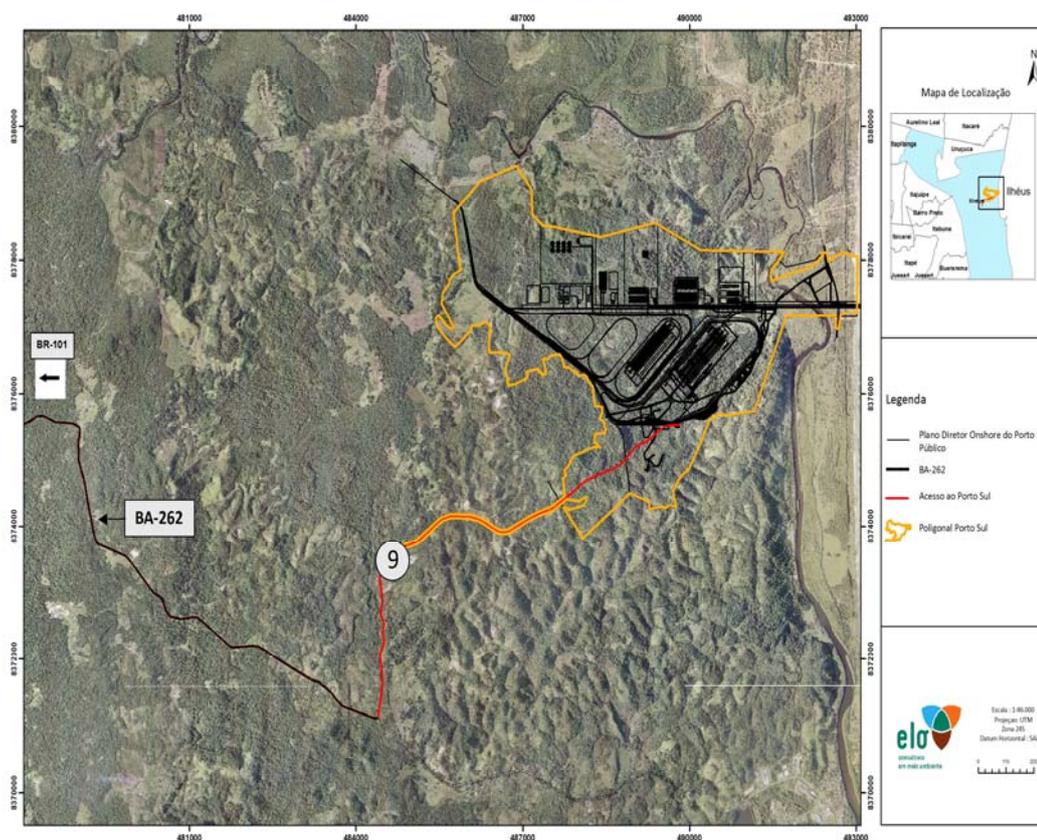


Figura 7.13: Mapeamento da Região do **Porto Sul**, com Destaque ao Acesso à Pedreira Aninga da Carobeira, que Fará a Ligação da Rodovia Estadual BA-262 ao **Porto Sul**.

O novo acesso rodoviário da BA-262 ao **Porto Sul** constitui fonte de criticidade potencial no tocante a R&V em virtude das eventuais alterações do cenário atual nas respectivas áreas lindeiras provocadas pelo incremento do tráfego de veículos previsto. A existência de residências dispersas e próximas ao traçado projetado compõe o cenário de receptores potenciais desta fonte específica de R&V.

8. AVALIAÇÃO DOS RISCOS E PROPOSIÇÃO DE AÇÕES

Neste **Capítulo** é apresentada a avaliação qualitativa da criticidade associada às nove fontes de R&V passíveis de serem críticas ao **Porto Sul** face aos efeitos induzidos nos receptores potenciais. As ações de controle e/ou de mitigação a cada uma das fontes de R&V evidenciadas no **Capítulo 7** são apresentadas neste **Capítulo 8**.

Por fim, são apresentados os locais que serão contemplados pelo Plano de Monitoramento de Ruído do empreendimento considerando as três fases do Porto Sul: (i) fase pré-implantação, (ii) fase de implantação e (iii) fase de operação.

8.1. Criticidade

As nove potenciais fontes críticas de R&V do **Porto Sul** são avaliadas segundo os critérios de grau de criticidade apresentados no **Item 4.2**. Cada uma das nove fontes é avaliada sob os dois critérios: conforto acústico da comunidade e vibração estrutural. O planejamento da avaliação de criticidade de R&V elaborado para o **Porto Sul** é apresentado na *Figura 8.1*.

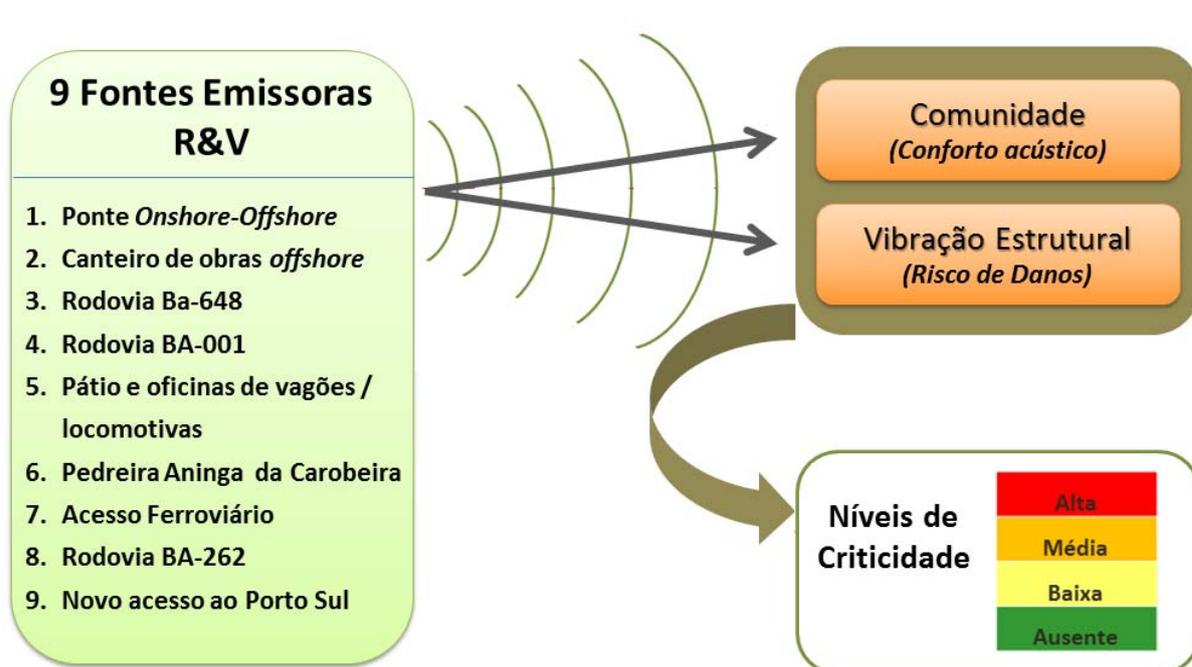


Figura 8.1: Cenário de Avaliação de Criticidade das Nove Fontes de R&V do **Porto Sul**.

Cada caso é avaliado considerando as diferenças entre as atividades das fases de implantação e de operação do empreendimento. Os critérios associados a cada uma das nove fontes de R&V são apresentados no **Quadro 8.1**. Na sequência, são apresentadas as justificativas de criticidade para cada caso, com as devidas proposições de ações a serem implementadas pelo empreendimento, quando couber, tendo em vista o cumprimento das exigências legais.

Quadro 8.1: Avaliação da Criticidade das Fontes Emissoras de R&V do **Porto Sul**.

FONTES EMISSORAS		CRITICIDADE			
		Ruído		Vibração Estrutural	
		Fase de Implantação do Porto Sul	Fase de Operação do Porto Sul	Fase de Implantação do Porto Sul	Fase de Operação do Porto Sul
1	Ponte <i>Onshore-Offshore</i>	Média	Média	Baixa	Ausente
2	Canteiro de Obras <i>Offshore</i>	Baixa	Ausente	Ausente	Ausente
3	Rodovia BA-648	Média	Ausente	Média	Ausente
4	Rodovia BA-001	Média	Ausente	Baixa	Ausente
5	Pátio/Oficina de Locomotivas	Baixa	Média	Baixa	Baixa
6	Pedreira Aninga da Carobeira	Média	Ausente	Média	Ausente
7	Acesso Ferroviário	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa
8	Rodovia BA-262	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa
9	Acesso ao Porto Sul	Média	Baixa	Baixa	Baixa

Na sequência, são tecidas considerações e justificativas para cada uma das fontes emissoras analisadas.

8.2. Ponte *Onshore-Offshore*

Durante a fase de implantação da ponte *onshore-offshore*, os níveis de R&V gerados pelas atividades de construção civil podem vir a alterar de maneira significativa o conforto acústico das comunidades do entorno, indicadas no **Item 7.2**, assim como podem vir a induzir algum dano estrutural às edificações dos receptores potenciais.

Diante deste possível cenário, será avaliada uma eventual implantação de barreiras acústicas provisórias específicas para este fim.

No tocante a vibração, caso se faça necessária, será realizada, na fase de pré-implantação e ao fim da fase de implantação, a inspeção técnica denominada laudo técnico de produção antecipada de provas nas edificações passíveis de serem afetadas pela eventual vibração emitida na implantação da ponte. Por meio desta ação, pode ser identificada e comprovada tecnicamente, a geração de eventual dano estrutural na edificação decorrente das atividades do empreendimento, ou a evolução de algum dano estrutural pré-existente na edificação.

Durante a fase de operação, o ruído gerado pelo tráfego de veículos na ponte e pelas correias transportadoras pode resultar em desconforto acústico às comunidades do entorno. No caso do ruído rodoviário, são propostas ações de controle como o emprego de pavimentação adequada nas vias da ponte, assim como a utilização de redutores de velocidade, conforme indicado no EIA – RIMA do empreendimento.

No caso das correias transportadoras, o empreendimento assume a importância da adoção da respectiva manutenção preventiva criteriosa, tendo em vista manter o ruído gerado sob níveis que não excedem os limites dispostos na norma específica.

O monitoramento de ruído será realizado nos locais onde estão situados os receptores potenciais, durante as fases de implantação e de operação do **Porto Sul**, tendo em vista assegurar o cumprimento do nível de conforto acústico à comunidade limdeira conforme especificado pela norma ABNT NBR-10151. De forma a cumprir esta exigência, caso se faça necessário, serão implantadas barreiras acústicas específicas associadas às correias transportadoras e também ao ruído do tráfego de veículos como ações de mitigação a serem adotadas.

8.3. Canteiro de Obras *Offshore*

As atividades a serem desenvolvidas no canteiro de obras *offshore* podem resultar em alteração do conforto acústico nos receptores potenciais. Como ação de controle a ser adotada, será mantida e intensificada a cobertura florestal já existente ao redor do local do canteiro de obras, de forma a caracterizá-la como uma área de *buffer*. De altura mediana, em torno de 3 m, esta vegetação poderá atuar como barreira acústica natural, reduzindo a propagação dos níveis de ruído gerados no local,

desde que mantido seu significativo adensamento, conforme discutido no **Capítulo 3**. Se necessário, serão também implantadas barreiras acústicas adicionais para esta fonte de ruído.

8.4. Rodovia Estadual BA-648

A rodovia BA-648 é caracterizada por trechos compostos por edificações de baixa rigidez estrutural à margem da estrada e pela proximidade das moradias localizadas imediatamente à beira da pista, conforme evidenciado no **Item 7.4** deste documento. Neste cenário, a utilização desta estrada como via de acesso pelo empreendimento representa níveis de criticidade variada em relação aos efeitos de R&V sentido nos receptores potenciais.

Conforme descrito no **Item 3.4** deste documento, diversas variáveis influenciam na vibração induzida pelo tráfego veicular na estrutura de edificações. Diante das fragilidades apontadas à utilização da BA-648 pelo empreendimento, esforços técnicos foram envidados de forma a adotar todas as ações de controle, inclusive preventivo, e/ou de mitigação pertinente, tendo em vista minimizar as emissões de vibração nesta rodovia.

Neste contexto, o tráfego de veículos pesados, carregados, a utilizar a rodovia BA-648 como via de acesso ao empreendimento se limitará a quarenta (26 + 14) viagens de veículos com carga, conforme especificado nos **Quadros 8.1 e 8.2**:

Quadro 8.1: Fluxo de Veículos Pesados na BA-648 pelo Empreendimento – Equipamentos Pesados.

EQUIPAMENTOS PESADOS	QUANTIDADE	N. DE VIAGENS DE VEÍCULO CARREGADO
Trator de Esteira 300 HP	2	2
Trator de Pneu com Grade	2	2
Motoniveladora 140 HP	3	3
Rolo Vibratório Pé de Carneiro Pata Curta 115 HP	3	3
Rolo Vibratório Pé de Carneiro Pata Longa 115 HP	2	2
Retroescavadeira 85 HP	2	2
Carregadeira de Pneus 170 HP	3	3
Escavadeira Hidráulica 200 HP	3	3
Rolos de Pneus – 18t – 141 HP	2	2
Perfuratriz sobre Esteira Atlas Copco ROC 442 PC	1	1
Container para Escritório	3	3
TOTAL	26	26

Quadro 8.2: Fluxo de Veículos Pesados na BA-648 pelo Empreendimento – Equipamentos Menores.

EQUIPAMENTOS MENORES	QUANTIDADE	N. DE VIAGENS DE VEÍCULO CARREGADO
Caminhão Basculante 152 HP	11	11
Caminhão Pipa 10.000 litros	2	2
Caminhão Carroceria 152 HP	1	1
Betoneiras de 320 litros	2	0
Vibradores de Imersão	4	0
Gerador Diesel 32 KVA	1	0
Martelete Atlas Copco Tex 32 OS	4	0
Compressor 720 PCM	1	0
Placa Vibratória	2	0
TOTAL	28	14

Além da redução significativa do uso da Rodovia pelo empreendimento no tocante ao tráfego de veículos pesados, as seguintes ações de controle (primárias) serão adotadas tendo em vista minimizar a magnitude das ondas de vibração geradas do contato entre o veículo de carga e a pista de rodagem:

- Redução de utilização da Rodovia pelo empreendimento no período de no máximo 10 (dez) dias¹⁵, considerando no máximo 8 viagens por dia, no período das 9:00h às 17:00h;
- Velocidade máxima controlada de 5 km/h dos veículos, correspondente à velocidade estática, registrada por meio dispositivo específico, notadamente nos trechos pontuados como críticos, conforme evidenciado no Estudo de Acessos – **Parte II, Apêndice 3**. O registro será disponibilizado ao término das passagens de ida e de volta do veículo pela rodovia;
- O Controle será realizado de forma a trafegar, no máximo, um veículo de carga do empreendimento por hora na BA-648;
- Irregularidades da pista - como desníveis, buracos e ondulações (lombadas inclusive) - serão corrigidas para a utilização da via pelo empreendimento;
- Emprego de batedores para o transporte de equipamentos pesados (10 a 30 t) visando a segurança da comunidade;
- Elaboração de laudo de produção antecipada de provas (“*ad perpetuam rei memoriam*”) em todas as edificações existentes dentro da faixa de, no mínimo, 30,0 m (medida a partir do eixo da rodovia) nas laterais esquerda e direita da rodovia BA-648, em fase de pré-implantação;
- Realização de inspeção técnica visual das estruturas das edificações às margens da estrada, antes, durante e após a mobilização dos equipamentos. Durante os trajetos de ida e volta dos veículos pela rodovia, um técnico especialista em edificação estrutural irá seguir cada um dos quarenta (40) veículos de carga que irá trafegar pela rodovia;
- Caso seja do interesse das comunidades de Aritaguá, São José do Aritaguá, Vila Vidal e Iguape, o trecho da rodovia que passa por esses vilarejos poderá ser asfaltado.

Diante da significativa redução, em virtude do fluxo de veículos ocorrerem por período curto e limitado – quarenta veículos em até 10 dias - o acréscimo de ruído associado à utilização desta via de acesso pelo empreendimento não representa prejuízo ao conforto acústico da comunidade.

¹⁵ A depender das condições climáticas. Em períodos de chuva em excesso, o tráfego dos veículos de carga pelo empreendimento poderá ser interrompido, tendo em vista não danificar a pista da rodovia.

Quanto aos demais veículos a trafegarem por esta rodovia, devem ser considerados os dados e informações constantes do **Quadro 8.3** apresentado a seguir.

Quadro 8.3: Tipologia de Veículos e Respectiva Frequência de Tráfegos
(durante 6 meses)

EQUIPAMENTOS	QTDE	VIAGENS/ SEMANA
CAMINHÃO CARROCERIA	1	2
CAMINHÃO COMBOIO	1	1
CAMINHÃO "MUNCK"	2	1
CAMINHÃO TANQUE P/ COMBUSTÍVEL 15.000 L	1	1
VEÍCULO PASSAGEIROS (GOL / SAVEIRO)	4	24
"PICK-UP" (TOYOTA OU MITSUBISHI)	1	6
AMBULÂNCIA	1	-
ÔNIBUS	1	6
TOTAL	12	41
VIAGENS / DIA*		6,8

(*) Considerado 6 dias/semana

Observa-se que, também para os veículos de menor porte, será mantida uma frequência diária reduzida, qual sejam 6,8 veículos por dia.

Conforme evidenciado no Estudo de Acessos, **Apêndice 3 – Parte II**, mesmo considerando-se os veículos pesados, o incremento de carga associado ao empreendimento (durante os 6 primeiros meses de implantação), será de 4,38% em relação ao cenário atual apontado pelo Estudo de Tráfego referenciado no Estudo de Acessos.

No tocante às três obras de arte associadas ao patrimônio histórico da região, localizadas na rodovia BA-648, estas serão objeto de avaliação estrutural na fase de pré-implantação do empreendimento, em virtude principalmente da idade destas construções. As obras de arte em questão consistem em:

1. A igreja Nossa Senhora de Lourdes, datada de 1904, localizada à margem da rodovia no vilarejo de São João de Aritaguá (*Figura 8.2*);
2. A antiga estação ferroviária de Aritaguá, localizada à margem da rodovia na fazenda São Thiago (*Figura 8.3*);

3. A capela São Thiago, localizada na fazenda São Thiago, a aproximadamente 80m da estrada (Figura 8.4).



Figura 8.2: Obra de Arte Associada ao Patrimônio Histórico da Região na Rodovia BA-648: a) Igreja Nossa Senhora de Lourdes, de 1904 à Margem da Rodovia, e b) Zoom Sobre a Edificação.



Figura 8.3: Obra de Arte Associada ao Patrimônio Histórico da Região na Rodovia BA-648: a) Localização da Antiga Estação Ferroviária de Aritaguá à Margem da Rodovia, e b) Zoom sobre a Edificação.



Figura 8.4: Obra de Arte Associada ao Patrimônio Histórico da Região na Rodovia BA-648: a) Entrada da Fazenda São Thiago, e b) Edificação da Capela.

De acordo com o laudo-técnico específico a ser realizado em cada uma das três edificações, serão implantadas medidas apropriadas em fase anterior à utilização da Rodovia pelo empreendimento.

8.5. Rodovia Estadual BA-001

Conforme já mencionado, durante a etapa de implantação, o empreendimento contará com a BA-001 para o transporte de rochas (durante 4 meses), transporte de equipamentos, máquinas, insumos destinados às atividades offshore e de pessoal para todo o empreendimento **Porto Sul**. Assim, se não controlado, o acréscimo de veículos de carga por esta rodovia poderá vir a alterar os níveis de ruído percebidos pelas comunidades lindeiras e os níveis de vibração sentidos pelas estruturas das edificações às margens da rodovia.

Nesse contexto, as medidas de controle a serem implantadas consistem em: (i) manutenção adequada da pavimentação da rodovia, e (ii) eventual utilização de redutores de velocidade, notadamente durante a etapa de maior frequência de tráfego. Será avaliada a necessidade da eventual implantação de barreiras acústicas em locais específicos como forma de mitigação dos efeitos sonoros gerados.

O nível de ruído na rodovia será monitorado nos locais de maior criticidade quanto ao efeito sentido pelas comunidades lindeiras, nas três fases do empreendimento: (i) em fase anterior à implantação do empreendimento, de forma a caracterizar as condições de *baseline* de ruído na estrada, (ii)

durante a etapa de implantação, com ênfase para os meses de maior frequência de tráfego; e (iii) na fase de operação, com destaque para os horários no entorno da troca de turno dos funcionários do empreendimento.

Considerando a possibilidade de eventual acréscimo dos níveis de vibração sentidos nas edificações às margens da rodovia, será avaliada a necessidade da realização de laudos de produção antecipada de provas nas edificações passíveis de serem afetadas pelo acréscimo do tráfego de carga pesada na rodovia. Esta ação de controle deve ser realizada também em duas etapas: (i) em fase anterior à implantação do empreendimento, de forma a identificar as condições estruturais atuais das edificações e (ii) durante o período de utilização da rodovia pelo **Porto Sul**.

8.6. Pátio e Oficinas de Vagões e de Locomotivas

Se não controlados, eventuais níveis elevados de R&V podem ocorrer durante a fase de implantação do empreendimento no local destinado às atividades associadas a pátios e oficinas de vagões e de locomotivas do **Porto Sul**. Na fase de operação do empreendimento, os níveis de R&V gerados pelas atividades desenvolvidas nestes locais podem vir a alterar o conforto acústico das comunidades e, eventualmente, causar algum dano estrutural em edificações do entorno.

Diante do exposto, deverá ser realizado monitoramento de R&V nos receptores potenciais durante as fases de implantação e de operação do empreendimento. No caso de serem verificados efeitos de R&V, sugere-se avaliar a viabilidade de serem implantadas ações de controle na fonte e/ou ações de enclausuramento das fontes, bem como avaliar a necessidade de implantação de barreiras acústicas e/ou de barreiras de amortecimento de vibração no entorno dessas fontes.

8.7. Pedreira Aninga da Carobeira

A detonação de explosivos pela Pedreira Aninga da Carobeira será objeto de atenção específica do empreendimento uma vez que, se não controlada adequadamente, esta atividade tem a potencialidade de alterar de maneira significativa o conforto acústico dos receptores do entorno,

além de poder causar danos estruturais em edificações. A proximidade do local da lavra com algumas residências faz com que os efeitos sentidos por esses receptores assumam relevância ainda maior, aumentando a importância do controle desta atividade pelo **Porto Sul**.

Níveis elevados de R&V gerados quando da detonação de explosivos na mineração são geralmente associados a excesso de energia liberada ou a energia mal aproveitada pelo maciço. Diante disso, é destacada aqui a importância da elaboração criteriosa do Plano de Fogo da Pedreira, o qual será desenvolvido de forma a conciliar os interesses produtivos da Pedreira com o conforto e a segurança dos receptores potenciais, conforme exigências estabelecidas pela Norma ABNT NBR-9653. O monitoramento do entorno R&V será, inclusive, utilizado como fator determinante no ajuste adequado dos parâmetros do respectivo Plano de Fogo da Pedreira.

O Plano de Monitoramento de R&V das detonações será desenvolvido e implantado como ação de controle necessário a esta fonte, conforme estabelecem as Normas Reguladoras de Mineração¹⁶: NRM-01 Normas Gerais e NRM-16 Operações com Explosivos e Acessórios. De forma complementar, será avaliada como ação de controle a necessidade da adoção de barreiras de amortecimento com vista a atenuar as vibrações sísmicas geradas na detonação de explosivos.

Será avaliada a necessidade de realização de laudo de produção antecipada de provas na edificação crítica localizada a Leste da mina (ver *Figura 7.10*), na fase anterior ao início de operação da Pedreira, assim como regularmente (a cada seis meses, por exemplo) durante a sua fase de operação.

8.8. Acesso Ferroviário Interno

As atividades desenvolvidas pelo acesso ferroviário interno ao **Porto Sul**, se não controladas, podem vir a constituir em fontes passíveis de criticidade no tocante aos efeitos de R&V sentidos pelos receptores potenciais.

Diante do exposto, deverá ser realizado monitoramento de R&V nos alvos receptores potenciais durante as fases de implantação e operação do empreendimento. No caso de serem verificados

¹⁶ Art. 2º- Normas Reguladoras de Mineração. Brasília (DF), 2001.

efeitos de R&V, sugere-se avaliar a viabilidade de serem implantadas ações de controle e/ou de enclausuramento das fontes, bem como avaliar a necessidade de implantação de barreiras acústicas e/ou de barreiras de amortecimento de vibração no entorno da via férrea.

8.9. Rodovia Estadual BA-262

O acréscimo do tráfego de veículos de carga pela Rodovia Estadual BA-262 devido às atividades desenvolvidas pelo **Porto Sul**, se não controlado, pode vir a alterar os níveis de R&V sentidos nas comunidades lindeiras. Essa alteração pode se manifestar tanto na fase de implantação do empreendimento como na fase de operação.

O monitoramento de ruído na região lindeira à Rodovia será realizado durante as três fases do empreendimento: (i) fase de pré-implantação, de forma a caracterizar as condições de *baseline* de ruído na estrada; (ii) fase de implantação do empreendimento; e (iii) fase de operação do Porto Sul.

Se comprovada a necessidade, ações de controle como manutenção adequada da pavimentação da rodovia e a eventual utilização de redutores de velocidade serão adotadas. Nesse contexto, a implantação de barreiras acústicas em locais específicos será adotada, quando necessário, de forma a atender às exigências de conforto acústico, conforme especificado pela norma ABNT NBR-10151.

No tocante à vibração, será avaliada a necessidade da realização de laudos de produção antecipada de provas nas edificações passíveis de serem afetadas pelo acréscimo do tráfego de carga pesada na rodovia. Nos locais necessários, esta ação será realizada igualmente nas três etapas do empreendimento.

8.10. Acesso ao Porto Sul

O acesso ao Porto Sul a ser implantado, se não controlado, poderá alterar de maneira significativa o cenário atual de conforto acústico e de ausência de riscos de danos estruturais às edificações nas regiões lindeiras provocadas pelo tráfego de veículos.

Ações de controle como a manutenção, ou implantação de áreas de *buffer* como “barreira acústica” serão realizadas, quando couber, ao longo dos trechos onde o acesso se apresentar mais próximo às edificações existentes. Além disso, a Estrada Municipal do Itariri e a própria via de Acesso ao Porto Sul, serão dotadas de pista asfaltada, as curvas existentes serão retificadas, serão atenuados os aclives e declives, será mantida uma faixa de domínio de 30 metros e velocidade máxima de 60km/h.

Se necessário, serão elaborados laudos de produção antecipada de provas das edificações passíveis de serem afetadas pelo efeito de vibração estrutural gerada pelo tráfego de veículos pesados neste acesso. Quando couber, esta ação será desenvolvida nas três fases do empreendimento: (i) fase anterior à implantação, de forma a caracterizar a condição atual das edificações; (ii) fase de implantação do empreendimento; e (iii) fase de operação do **Porto Sul**.

O controle do desempenho dessas ações será avaliado por meio de Monitoramento de ruído a ser realizado em locais específicos desta estrada de forma a atender às exigências de conforto acústico de comunidades dispostas na norma ABNT NBR-10151.

9. CONCLUSÃO

Considerando os aspectos que podem vir a constituir não conformidades legais e/ou riscos à implantação e/ou à operação do Porto Sul, no que se refere ao tema R&V, dois aspectos principais devem ser considerados:

- A criticidade dos efeitos gerados pelo empreendimento diante das fragilidades dos receptores potenciais; e,
- As consequentes ações a serem adequadamente implementadas e mantidas pelo empreendimento de forma a solucionar os problemas quando encontrados.

Nesse contexto, foram evidenciados por este Estudo nove processos associados ao **Porto Sul** passíveis de serem considerados críticos no tocante a R&V face às exigências legais pertinentes. Em cada um dos nove casos, foram identificados os potenciais receptores do entorno passíveis de serem significativamente afetados no tocante a R&V.

A elaboração dos laudos de produção antecipada de provas de edificações passíveis de virem a ser afetadas ou não pelo empreendimento, é considerado, também, como item relevante no contexto conclusivo deste Estudo.

Além desse, a compatibilização do Plano de Fogo da Pedreira Aninga com as fragilidades pontuadas neste Estudo é ação imprescindível a ser adotada pelo empreendimento no que se refere ao atendimento aos limites normativos.

Além do exposto, considera-se relevante que o empreendimento provenha os dados e informações necessários implantando, no curto prazo, um Plano de Monitoramento de Ruído e Vibração como eficaz instrumento de controle. Ou seja, a criticidade das nove fontes de R&V deve ser quantificada, e quando preciso adequadamente controlada e/ou mitigada.

O **Quadro 9.1** apresenta, de forma objetiva e sintetizada, o procedimento metodológico a ser utilizado, bem como os critérios que serão adotados para a elaboração do Plano de Monitoramento de Ruído a ser implantado pelo **Porto Sul**. As especificações apresentadas consideram as características diferenciadas de cada fonte face às exigências legais pertinentes, indicando em qual fase do empreendimento cada ação será realizada: seja na fase pré-implantação, seja na fase de implantação e/ou na fase de operação do empreendimento.

Quadro 9.1: Metodologia e Critério do Plano de Monitoramento de Ruído a ser implementado pelo Porto Sul.

Fontes Emissoras		Fase Pré-Implantação		Fase de Implantação		Fase de Operação	
		Metodologia	Critérios	Metodologia	Critérios	Metodologia	Critérios
1	Ponte <i>Onshore-Offshore</i>	N.A.*	N.A.	NBR-10151	NBR-10151	NBR-10151	NBR-10151
2	Canteiro de Obras <i>Offshore</i>	N.A.	N.A.	NBR-10151	NBR-10151	N.A.	N.A.
3	Rodovia BA-648	CETESB 100/2009/P	NBR-10151	CETESB 100/2009/P	NBR-10151	N.A.	N.A.
4	Rodovia BA-001	CETESB 100/2009/P	NBR-10151	CETESB 100/2009/P	NBR-10151	CETESB 100/2009/P	NBR-10151
5	Pátio/Oficina de Locomotivas	N.A.	N.A.	NBR-10151	NBR-10151	NBR-10151	NBR-10151
6	Pedreira A. de Carobeira	N.A.	N.A.	NBR-9653	NBR-9653	N.A.	N.A.
7	Acesso Ferroviário Interno	N.A.	N.A.	CETESB 100/2009/P	NBR-10151	CETESB 100/2009/P	NBR-10151
8	Rodovia BA-262	CETESB 100/2009/P	NBR-10151	CETESB 100/2009/P	NBR-10151	CETESB 100/2009/P	NBR-10151
9	Estrada Municipal do Itariri/ Acesso ao Porto Sul	N.A.	N.A.	CETESB 100/2009/P	NBR-10151	CETESB 100/2009/P	NBR-10151

*N. A. : não se aplica ao caso analisado.

Importa destacar que no tocante à rodovia BA-648, o acréscimo de 6,8 veículos diários (**Quadro 8.3**) pelo empreendimento durante os 6 primeiros meses de implantação não deve resultar em alteração significativa dos níveis médios de ruído e vibração existentes na estrada.

Conforme evidenciado no **item 8.4**, a criticidade do uso desta rodovia pelo empreendimento decorre da passagem dos 40 (quarenta) veículos de carga (10t a 30t) nos 10 primeiros dias da fase de implantação do empreendimento – **Quadros 8.1 e 8.2**. Ações de mitigação específicas serão adotadas pelo empreendimento em fase anterior à implantação do Porto Sul, conforme apresentado no **item 8.4**. Com relação à média veicular na BA-648, este fluxo veicular previsto ao empreendimento, de duração curta e limitada, não deverá resultar em acréscimo significativo dos níveis de ruído e de vibração médios na rodovia. Isto justifica a não necessidade do monitoramento de R&V nesta estrada.

No caso de eventual potencialidade da ocorrência de danos estruturais em edificações lindeiras às fontes de vibração do **Porto Sul**, a inspeção técnica conhecida como laudo de produção antecipada de provas será realizada. A adoção desta ação de controle é apresentada no **Quadro 9.2** para cada uma das nove fontes identificadas, considerando as três fases do empreendimento.

Quadro 9.2: Planejamento da Realização de Laudo de Produção Antecipada de Provas em Edificações Lindeiras às Nove Fontes de Vibração do **Porto Sul**.

Fontes Emissoras		Fase Pré-Implantação	Fase de Implantação	Fase de Operação
1	Ponte <i>Onshore-Offshore</i>	N.A.	O	N.A.
2	Canteiro de Obras <i>Offshore</i>	N.A.	N.A.	N.A.
3	Rodovia Estadual BA-648	✓	✓	N.A.
4	Rodovia Estadual BA-001	O	O	N.A.
5	Pátio/Oficina de Locomotivas	N.A.	N.A.	N.A.
6	Pedreira A. de Carobeira	✓	✓	N.A.
7	Acesso Ferroviário Interno	✓	✓	✓
8	Rodovia Estadual BA-262	O	O	O
9	Estrada Municipal do Itariri / Acesso ao Porto Sul	O	O	O

O significado dos símbolos utilizados no **Quadro 9.2** é indicado a seguir:

- ✓ A atividade será realizada;
- O A realização da atividade será avaliada;
- N.A Não se aplica ao caso avaliado.

Em suma, a partir das ações indicadas nos **Quadros 9.1 e 9.2**, integradas às demais ações de controle e de mitigação indicadas no **Capítulo 8**, os efeitos de R&V sentidos pelos receptores das nove fontes passíveis de serem críticas ao Porto Sul podem ser contingenciadas face às exigências legais pertinentes.

10. BIBLIOGRAFIA

ABNT NBR 10151:2000. *Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade.*

ABNT NBR 9653:2005. *Guia para avaliação dos efeitos provocados pelo uso de explosivos nas minerações em áreas urbanas.*

Procedimento CETESB nº 100/2009/P *para medição de níveis de ruído em sistemas lineares de transporte.*

HEIMANN, D. *Influence of meteorological parameters on outdoor noise propagation.* Euronoise, 2003.

GAMA, C. D. *Ruídos e vibrações ligados à utilização dos explosivos e equipamentos.* Comunicações do 1º Seminário de Auditorias Ambientais Internas, 1998.

GERGES, S. *Ruído: Fundamentos e Controle.* Florianópolis, 1992.

11. EQUIPE TÉCNICA

- **MARCOS EDUARDO VIEIRA PINHO**
ESPECIALISTA EM RUÍDO E VIBRAÇÃO
DOUTORADO ENGENHARIA DE ACÚSTICA E VIBRAÇÕES – LAUM, FRANÇA
MESTRADO ENGENHARIA MECÂNICA – UNICAMP
ENGENHEIRO ELÉTRICO – EESC-USP, SÃO CARLOS
CREA-RJ: 2011115421

- **ALEXANDRE BELTRAME**
ESPECIALISTA EM ESTRUTURAS
ENGENHEIRO CIVIL
CREA/SP: 5060708556

- **ROBERTO YOSHITAKA OKI**
ESPECIALISTA EM ESTRUTURAS
ENGENHEIRO CIVIL
CREA: 060.159.563-7