

SUMÁRIO

10.	ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS E LOCACIONAIS	1
10.1	ALTERNATIVAS LOCACIONAIS.....	1
10.1.1.	POSICIONAMENTO DA SEGUNDA PISTA.....	2
10.1.1.1.	Segmento Km 166 – Km 290.....	2
10.1.1.2.	Segmento Km 290 – Km 350.....	3
10.1.1.3.	Segmento Km 350 – Km 503.....	4
10.1.1.4.	Segmento Km 503 – KM 663.....	5
10.1.1.5.	Segmento Km 663 – KM 717.....	6
10.1.1.6.	Diagrama Unifilar do Posicionamento da Segunda Pista	7
10.1.2.	ALTERNATIVAS DAS CAVERNAS LAPA DE SÃO GOTARDO E GRUTA DO DEUSDETE	7
3.7.2.1	Alternativa 1	7
3.7.2.2	Alternativa 2	9
3.7.2.3	Quadro comparativo das alternativas locais.....	11
10.1.3.	MELHORIAS NO TRAÇADO ORIGINAL	12
10.1.4.	MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE FRAGILIDADE AMBIENTAL	13
10.1.4.1.	Metodologia Aplicada	13
10.1.4.3.	Critérios e definição dos pesos para análise da fragilidade ambiental	17
10.1.4.4.	Aplicação do método AHP para geração do mapa de fragilidade ambiental	23
10.1.5.	NÃO REALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....	28
10.2.	ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS.....	31
10.2.1.	GEOMETRIA	31
10.2.2.	EMPRÉSTIMOS	31
10.2.3.	TALUDES	31
10.2.4.	DRENAGEM	32
10.2.4.1.	Superficial.....	32
10.2.4.2.	Drenagem profunda.....	32
10.2.4.3.	Drenagem do pavimento	32
10.2.4.4.	Drenagem urbana.....	32

10.2.4.5. Obras de arte corrente.....	32
10.2.5. PAVIMENTO.....	32

ÍNDICE DE QUADRO

Quadro 10. 1 – Temas escolhidos para cada meio de estudo.	23
--	----

ÍNDICE DE TABELA

Tabela 10. 1 - Escala da análise hierárquica de processo na comparação de pares de variáveis (escala fundamental de saaty)	15
Tabela 10. 2 - Valores de ir para matrizes de diferentes tamanhos	16
Tabela 10. 3 - Escolha das alternativas locais – parâmetros utilizados na ahp do componentes ambientais	25
Tabela 10. 4 – Locais de maior criticidade quanto as interferências para duplicação da br-101/ba....	29

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 10. 1 – Posicionamento da segunda pista dentro do perímetro urbano de santo antônio de jesus. Imagem obtida do google earth	3
Figura 10. 2 – Posicionamento da segunda pista ao lado direito, evitando desapropriações no distrito pertencente ao município de teolândia. Imagem obtida do google earth	4
Figura 10. 3 – Posicionamento da segunda pista evitando a supressão de vegetação das áreas de preservação permanente no km 424. Imagem obtida pelo google earth.	5
Figura 10. 4 – Posicionamento da segunda pista, buscando conciliar a diretrizes básicas com a menor interferência nas app. Imagem obtida do google earth.....	6
Figura 10. 5 – Posicionamento da segunda pista, evitando-se interferencias com núcleos urbanos e app's. Imagem obtida do google earth	7
Figura 10. 7 – Variantes do traçado – cavidades naturais subterrâneas. Erro! Indicador não definido.	
Figura 10. 6 – Representação do processo decisório hierárquico. Fonte: hongre (2006)	14
Figura 10. 7 – Configuração da ferramenta weighted overlay em ambiente sig.	26

10. ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS E LOCACIONAIS

10.1 ALTERNATIVAS LOCACIONAIS

Diferentemente da implantação de uma rodovia, onde busca-se o traçado mais propício para a construção de uma nova via, a duplicação é uma adequação da capacidade e segurança de uma rodovia já implantada e em operação. Essa adequação pode consistir em: melhorias de traçado (eliminação de pontos críticos), implantação da segunda pista, construção de vias marginais, implantação de terceiras faixas, construção e/ou remanejamento de interseções e acessos, reordenamento urbano, reforço e alargamento de obras de arte corrente e especiais, construções de passarelas, entre outros.

Na prospecção de duplicação rodoviária, procura-se aproveitar, sempre que possível, o traçado existente e a sua faixa de domínio para a implantação da segunda pista e demais dispositivos necessários para a melhoria da capacidade e segurança. Exceto os casos onde são necessários corrigir o atual traçado para eliminar pontos críticos e evitar os núcleos urbanos.

Contudo, ao buscar a consolidação do estudo de alternativa locacional como o posicionamento da segunda pista, surgiu a necessidade de levantar a possibilidade do deslocamento do atual traçado para leste ou para oeste da atual posição, verificando se esse deslocamento não seria mais favorável que o atual traçado.

Deslocando o traçado para leste, entre a atual rodovia e a costa baiana, a topografia se apresenta mais favorável. Entretanto, essa região possui remanescentes florestais bem preservados, áreas ecologicamente sensíveis, unidades de conservação e terras indígenas, o que torna essa região ecologicamente sensível e inviabiliza, ambientalmente, esse traçado. Já um deslocamento a oeste, a topografia do terreno apresenta-se como uma barreira geográfica, tornando a implantação de uma rodovia duplicada inviável financeiramente.

O atual traçado intercepta as áreas de influência do patrimônio espeleológico, condicionando a duplicação rodoviária para dentro de áreas destinadas à manutenção do equilíbrio ecológico e da integridade física do ambiente cavernícola. Nesse sentido, com o objetivo de assegurar o equilíbrio ecológico das duas cavernas, foi proposto duas variantes de traçado preliminares, com o intuito de desviar a rodovia BR-101/BA dessas áreas sensíveis.

Considerando que a duplicação de uma rodovia é uma ação impactadora do meio ambiente e que o seu custo de obra é bastante elevado, a decisão quanto à escolha da alternativa de alocação da segunda pista pode ser considerada como uma das etapas mais importantes e críticas para o sucesso do empreendimento.

10.1.1. POSICIONAMENTO DA SEGUNDA PISTA

O estudo do posicionamento da segunda pista levou em consideração as questões de engenharia rodoviária, sociais, físicas e biológicas, buscando sempre o equilíbrio entre os benefícios para o bem comum e os impactos adversos para os indivíduos e organismos diretamente afetados.

As diretrizes básicas de engenharia utilizadas para a alocação da segunda pista são aquelas tratadas nas Instruções de Serviço e especialmente a EB 110: Projeto Executivo de Engenharia para Duplicação de Rodovias, inseridas nas Diretrizes Básicas para a Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários – edição de 2006, publicação do IPR 726.

Ainda, foi considerado para o estudo o uso pleno da faixa de domínio que varia em ambos os lados (LE/LD) de 35 a 80 metros ao longo da BR-101/BA. Dessa forma, preliminarmente, estudou-se a utilização de um canteiro central nas áreas rurais e urbanas consolidadas em apenas um dos lados. Onde ocorreu a presença de consolidação urbana ao redor da atual pista foi estudado a alocação central, com implantação de barreiras New Jersey.

Nos dois trechos da rodovia que estão dentro da área de influência das cavernas Lapa de São Gotardo (Km 364) e Gruta Deusdete (Km 365) foram estudadas mais duas alternativas, apresentadas no capítulo 10.1.2.

Ressalta-se que esse estudo é preliminar e possui um caráter sugestivo em relação ao posicionamento da segunda pista, devendo, posteriormente, ser aprofundado no projeto de engenharia.

O estudo desenvolvido será apresentado por segmentos, nos quais apresentavam diferentes condições em seu desenvolvimento, conforme descrito a seguir:

10.1.1.1. Segmento Km 166 – Km 290

A região entre o Km 166 – Km 290 apresenta a paisagem com maior ocupação antrópica, com a presença constante de núcleos e perímetros urbanos. Sua vegetação é secundária da floresta estacional semidecidual e floresta estacional decidual, apresentando-se bastante fragmentada.

De maneira geral, o relevo apresenta certa variação dos valores de declividade onde, no trecho entre o km 166 e o km 235, a declividade varia de plana a ondulada, com altitudes variando em torno de 200 a 300 metros, baixando consideravelmente de altitude na região do rio Paraguaçu (entre o km 200 e o km 210), formando um vale pertencente à depressão do rio Paraguaçu.

Já entre o km 235 e o km 297, os valores de declividade indicam que a região apresenta-se moderadamente ondulada a ondulada, com trechos suave ondulados e fortemente ondulados. As altitudes predominantes variam entre 50 e 200 m, onde são

formados vários vales nas regiões dos rios Jaguaribe, Mocambo e Jequitibá, este último próximo à cidade de Santo Antônio de Jesus.

Em relação à alternativa selecionada, o estudo observou que o lado direito da atual pista apresenta uma menor ocupação urbana que o lado esquerdo. Assim, a segunda pista foi projetada, preferencialmente, no lado direito. Antes do perímetro urbano de Sapeaçu, devido à consolidação urbana dar-se pela direita, a pista foi projetada para a esquerda, evitando desapropriações. Os trechos com uma projeção centralizada de pista são os perímetros urbanos de Governador Mangabeira até o final do perímetro urbanos de Cruz das Almas. Chegando em Santo Antônio de Jesus, a pista segue até o Km 262 pelo lado direito, onde passa a ser projetada centralizada ao adentrar no perímetro urbano da sede do município, conforme a FIGURA 10. 1.



FIGURA 10. 1 –POSICIONAMENTO DA SEGUNDA PISTA DENTRO DO PERÍMETRO URBANO DE SANTO ANTÔNIO DE JESUS. IMAGEM OBTIDA DO GOOGLE EARTH

10.1.1.2. Segmento Km 290 – Km 350

A partir do rio Jequiriçá, no Km 290, a paisagem muda de configuração, a ocupação antrópica fica menos constante e notaram-se áreas de tensão ecológica entre Floresta Ombrófila Densa e Floresta Estacional Semidecídua. O relevo varia entre ondulado a moderadamente ondulado, com as altitudes predominantes variando em torno de 250 a 400 m.

Essa altitude baixa consideravelmente, variando entre 80 a 170 metros, devido ao cruzamento com vários rios, como: rio da Dona, rio Una, rio Riachão e rio Jequiriçá. É importante frisar que em alguns trechos a altitude chega entre 475 e 560 m, principalmente entre o km 300 ao Km 310 e o km 370 ao Km 395.

Devido ao terreno apresentar uma maior declividade, com trechos mais sinuosos, a projeção da segunda pista variou ao longo do traçado, alternando entre o lado direito e esquerdo, sempre buscando conciliar as diretrizes básicas de geometria, com a menor interferência em áreas de preservação permanente.

Apenas no perímetro urbano do município de Presidente Tancredo Neves a alternativa foi a projeção centralizada da duplicação. Nos demais casos onde o traçado interceptou áreas urbanas, a conjuntura de ocupação antrópica se voltou para a direção contrária da rodovia, o que tornou possível a projeção da segunda pista para um dos lados, conforme podemos constatar na FIGURA 10. 2.



FIGURA 10. 2 – POSICIONAMENTO DA SEGUNDA PISTA AO LADO DIREITO, EVITANDO DESAPROPRIAÇÕES NO DISTRITO PERTECENTE AO MUNICÍPIO DE TEOLÂNDIA. IMAGEM OBTIDA DO GOOGLE EARTH

10.1.1.3. Segmento Km 350 – Km 503

O trecho entre o Km 350 e o Km 415, apresenta-se com valores de declividade que variam de ondulado a fortemente ondulado, passando para suave ondulado a ondulado até o Km 427. A partir daí, a declividade volta a variar de fortemente ondulada a moderadamente ondulada. No trecho entre o km 400 e o km 503 as altitudes predominantes variam entre 62 e 195 m, onde são formados vários vales nas regiões dos rios de Contas, Catolé e Almada. Essa região é um trecho com algumas serras e o traçado é sinuoso.

A paisagem desse segmento apresenta pouca ocupação urbana, observando-se grande áreas da floresta ombrófila densa. Ressalta-se que, até o rio Jequitinhonha, há plantios de cacau entremeando sub-bosques de forma descontínua, denominados de cabucas, que substituíram grandes áreas da floresta. Porém, há uma significativa concentração de espécies arbóreas remanescentes dessa fisionomia

Em relação a alternativa selecionada, o estudo de alocação da segunda pista demonstrou que a projeção pelo lado direito evitaria uma maior interferência com as áreas de preservação permanente, conforme situação visualizada na FIGURA 10. 3. Dessa forma, nesse segmento a segunda pista foi projetada, em grande parte, pelo lado direito. Nos perímetros urbanos do município de Gandu e do distrito de Itamaraty, a alternativa foi a pista centralizada, uma vez que, a áreas urbana de ambos cerca da rodovia Para os demais núcleos e perímetros urbanos, que se consolidaram em um dos lados da rodovia, optou-se em projetar a alternativa para o lado oposto da ocupação.



FIGURA 10. 3 – POSICIONAMENTO DA SEGUNDA PISTA EVITANDO A SUPRESSÃO DE VEGETAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NO KM 424. IMAGEM OBTIDA PELO GOOGLE EARTH.

10.1.1.4. Segmento Km 503 – KM 663

Igualmente ao segmento anterior, a paisagem apresenta pouca ocupação urbana, observando-se grande áreas da floresta ombrófila densa. Ressalta-se que, até o rio Jequitinhonha, há plantios de cacau entremeando sub-bosques de forma descontínua, denominados de cabruças, que substituíram grandes áreas da floresta. Porém, há uma significativa concentração de espécies arbóreas remanescentes dessa fisionomia

Com um relevo mais acidentado, a declividade do terreno entre o Km 503 ao Km 533 chega a fortemente ondulada, onde a partir do Km 533 até o Km 560 a declividade permanece como fortemente ondulada. No trecho entre o Km 535 e o Km 570, as altitudes chegam a 1000 m (km 540 a Km 560), formando serras, onde o traçado se torna muito sinuoso, com curvas fechadas e poucas retas.

Por fim, a partir do km 560 até o km 663, a declividade da área em estudo passa a variar de suave ondulada a ondulada, localmente a fortemente ondulada (km 575 ao 580 e km 650 ao km 654).

Em relação ao terreno, esse é o trecho mais acidentado e com uma maior dificuldade geométrica para a projeção da segunda pista. A alternativa de alocação variou ao longo do traçado, alternando entre o lado direito e esquerdo, sempre buscando conciliar as diretrizes básicas de geometria com a menor interferência em áreas de preservação permanente, conforme visualizado na FIGURA 10. 4.

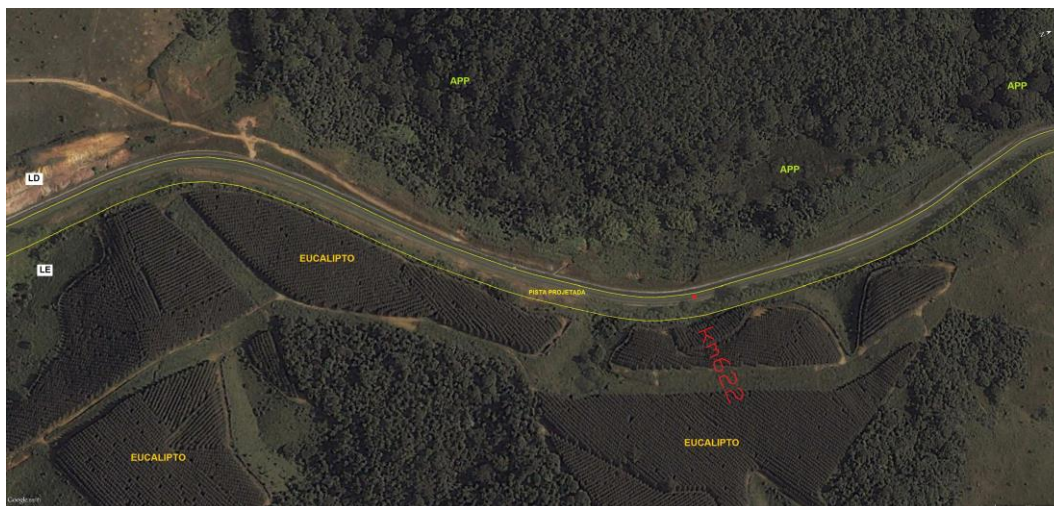


FIGURA 10. 4 – POSICIONAMENTO DA SEGUNDA PISTA, BUSCANDO CONCILIAR A DIRETRIZES BÁSICAS COM A MENOR INTERFERÊNCIA NAS APP. IMAGEM OBTIDA DO GOOGLE EARTH

10.1.1.5. Segmento Km 663 – KM 717

Na porção sul do traçado da rodovia, entre o rio Jequitinhonha até o perímetro urbano de Eunápolis, predomina a vegetação secundária de floresta ombrófila densa, onde se encontra bastante modificada pelas atividades agrárias, principalmente pelo plantio de eucalipto da VERACEL Celulose S/A.

Seu terreno, entre o Km 633 até o Km 717, possui uma declividade entre suave ondulada a ondulada. Nos vales dos rios Jequitinhonha e Santa Cruz, a declividade passa a fortemente ondulada. Nesse vales o traçado da rodovia em estudo é sinuoso e requer bastante atenção.

Entre o Km 635 e o Km 635 dois trechos da rodovia se encontram dentro da área de influência do patrimônio espeleológico das cavernas Lapa de São Gotardo e Gruta do Deusdete. Para esse trecho foram estudadas, além dessa alternativa, outras duas alternativas, descritas no Capítulo 10.1.2 ALTERNATIVAS DAS CAVERNAS LAPA DE SÃO GOTARDO E GRUTA DO DEUSDETE.

O estudo da alternativa demonstrou que o lado direito da pista apresentava uma menor ocupação urbana e menores áreas com fragmentos florestais. Dessa forma, a segunda pista foi projetada, em grande parte, pelo lado direito, conforme visualizamos na FIGURA 10. 5.



FIGURA 10. 5 – POSICIONAMENTO DA SEGUNDA PISTA, EVITANDO-SE INTERFERENCIAS COM NÚCLEOS URBANOS E APP'S. IMAGEM OBTIDA DO GOOGLE EARTH

10.1.1.6. Diagrama Unifilar do Posicionamento da Segunda Pista

No Volume de Mapeamento Temático – Tomo IV é apresentado o diagrama unifilar com o Esquema Linear do Traçado, mostrando a alocação da segunda pista proposta, contendo grande parte das interferências/equipamentos urbanos e o direcionamento do lado para a implantação da duplicação da rodovia em estudo.

10.1.2. ALTERNATIVAS DAS CAVERNAS LAPA DE SÃO GOTARDO E GRUTA DO DEUSDETE

Como o atual traçado da rodovia BR-101/BA intercepta as áreas de influência do patrimônio espeleológico da Lapa de São Gotardo e da Gruta do Deusdete, foram elaboradas duas alternativas locais, além da proposta no capítulo anterior. A alternativa 1 consiste no aproveitamento da faixa de domínio, buscando um posicionamento de pista alinhada com a barreira New Jersey. Já a alternativa 2 esboçou duas variantes da segunda pista, no intuito de sair da área de influência do patrimônio espeleológico.

A descrição mais detalhada das alternativas e a sua alocação no atual eixo rodoviário estão apresentadas nos capítulos a seguir.

Como o estudo de impacto ambiental é anterior ao projeto executivo de duplicação da rodovia BR-101/BA a proposição das variantes é de forma preliminar, devendo ser melhor estudada e projetada durante a elaboração do projeto de engenharia rodoviária.

3.7.2.1 Alternativa 1

A alternativa 1 consiste no posicionamento da segunda pista dentro da faixa de domínio, de forma a minimizar os efeitos da duplicação na área de influência do patrimônio espeleológico.

No capítulo 10.1.1, o posicionamento da segunda pista foi proposto dentro da faixa de domínio e pelo lado direito. Para a alternativa 1, somente o trecho que incidiu sobre a área de influência da caverna Lapa de São Gotardo foi alterado, conforme relatado a seguir. Para o trecho da Gruta do Deusdete, na qual a caverna se encontra no lado esquerdo da rodovia, a pista sugerida continua pela direita e com a configuração com canteiro central, conforme a Figura 10.1.



FIGURA 10.1 - SEGUNDA PISTA ALOCADA NO LADO DIREITO NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DA GRUTA DO DEUSDETE. IMAGEM GOOGLE EARTH.

Para o trecho da área de influência da caverna Lapa de São Gotardo, a alternativa proposta foi a projeção da segunda pista para o lado esquerdo com barreira New Jersey, no intuito de minimizar o volume de material necessário para a terraplanagem.

A área da alternativa é composta, em grande parte, de Cabruca e uma pequena parte de pasto, sendo esse utilizado como caixa de empréstimo para o aterro da rodovia. O solo ao redor do atual eixo apresenta maciços rochosos, o que demandaria a detonação de rocha.

Contudo, a alocação da pista pelo lado esquerdo evita a terraplanagem e a detonação de rocha na encosta do morro em que se encontra a caverna (lado direito), fato que poderia causar, com a operação de maquinários pesados, implosão de rocha e a retirada de material do talude de corte, danos na estrutura física da caverna.

A área da alternativa que se encontra dentro da área de influência do patrimônio espeleológico corresponde a aproximadamente 0,55 hectares, com uma extensão de 230 metros, conforme visualizado na Figura 10.2.



FIGURA 10.2 - ALOCAÇÃO DA ALTERNATIVA 1. IMAGEM GOOGLE EARTH

Cabe ressaltar que a região do trecho em estudo possui o potencial de cavidades naturais subterrâneas, mas, considerando a projeção da segunda pista dentro da faixa de domínio, local com um impacto já consolidado e sem sinais de afundamento do terreno, a possibilidade de interferências no patrimônio espeleológico subterrâneo é remota.

3.7.2.2 Alternativa 2

A alternativa 2 consiste no esboço de duas variantes que retiram o traçado da segunda pista de dentro da área de influência do patrimônio espeleológico. A primeira variante é da Lapa de São Gotardo e a segunda da Gruta do Deusdete.

A variante da caverna da Lapa de São Gotardo começa no km 633+820 e termina no km 634+260, possui extensão de aproximadamente 440 metros e foi projetada pelo lado esquerdo do atual eixo, conforme a Figura 10.3, apresentada na página a seguir.

O uso e cobertura do solo da área interceptada é Cabruca/Áreas Florestais Descaracterizadas e apresenta uma topografia acidentada, sendo grande parte do terreno um aclave moderado e uma pequena parte um declive acentuado. Contudo, não torna-se um empecilho para a sua alocação. No terreno se percebe alguns trechos com rochas, o que demandaria a necessidade de utilizar explosivos para a sua construção.

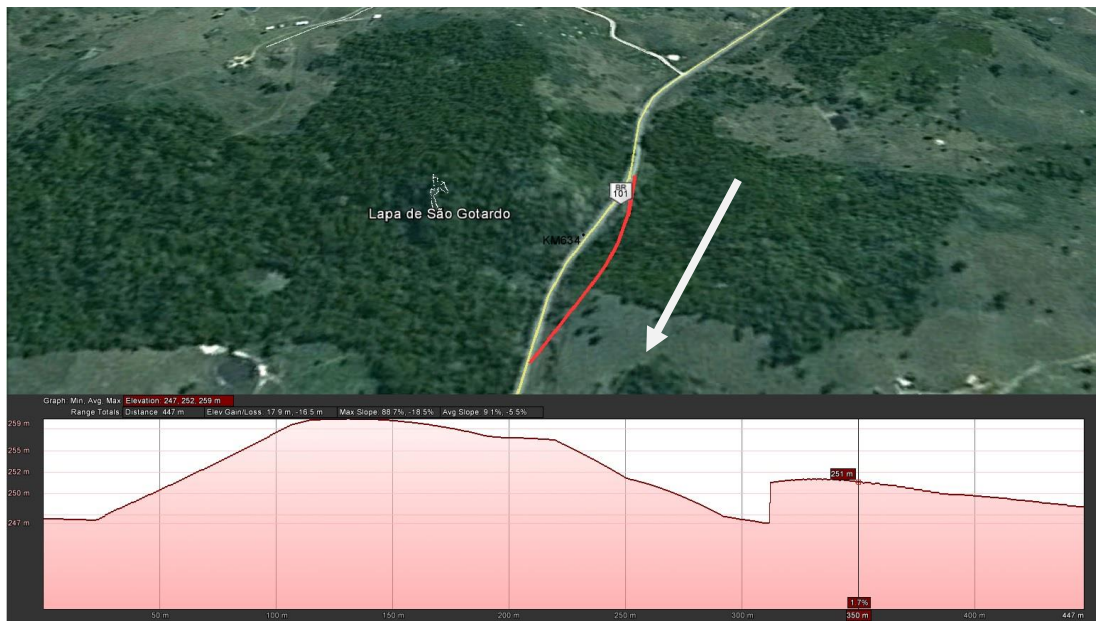


FIGURA 10.3 - TRAÇADO DA VARIANTE LAPA DE SÃO GOTARDO, COM O SEU PERFIL DE ELEVÇÃO. IMAGEM GOOGLE EARTH.

Um aspecto negativo dessa variante é o isolamento do fragmento remanescente entre as duas pistas. Apesar de ser vegetação descaracterizada, a área ainda funciona como habitats para vários animais da fauna silvestre.

A variante da caverna da Gruta do Deusdete começa no km 634+620 e termina no km 635+520, possui extensão de aproximadamente 870 metros e foi projetada pelo lado direito do atual eixo, conforme a Figura 10.4.

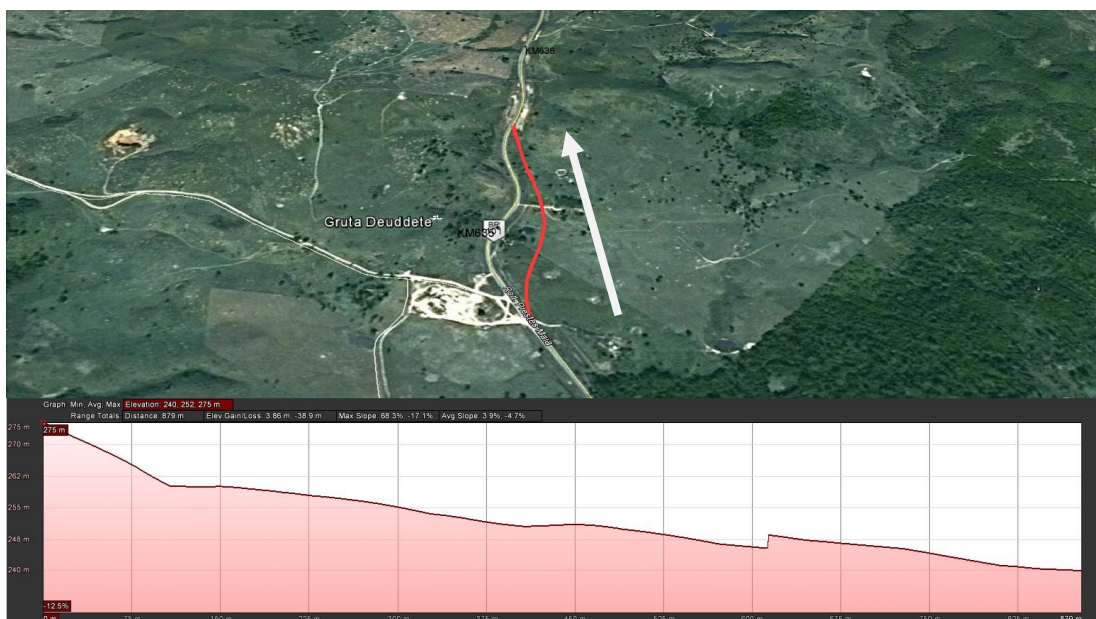


FIGURA 10.4 - TRAÇADO DA VARIANTE GRUTA DO DEUSDETE, COM O SEU PERFIL DE ELEVÇÃO. IMAGEM GOOGLE EARTH.

O uso e cobertura do solo da área interceptada é, em quase sua totalidade, composto de Pastos/Campos, sendo uma pequena parte da área uma benfeitoria residencial. A implantação dessa variante não apresenta dificuldades topográficas ou ecológicas, sendo de fácil execução.

Cabe ressaltar que a execução de uma pista independente do atual traçado causaria maiores movimentações de terraplanagem se compararmos com a execução da pista dentro da faixa de domínio. Assim, a execução das variantes ao ser comparada com as outras alternativas demandará um maior volume de terraplanagem e de detonação de rocha.

Outro fato a ser levantado, para as duas variantes, é a possibilidade de interferência em cavernas naturais subterrâneas, uma vez que a região apresenta potencial a ocorrências dos litotipos carbonáticos associadas às rochas do Grupo Rio Pardo, onde os metassedimentos deste grupo, ocorrendo em condições geomorfológicas de serras e depressões intramontana, facilitam a formação do relevo cárstico e a exposição de cavernas.

A visualização das alternativas estão no Mapa das Alternativas Locacionais – Lapa de São Gotardo e Gruta Deusdete, Volume de Mapeamento Temático – Tomo III.

3.7.2.3 Quadro comparativo das alternativas locacionais

Para obter uma melhor compreensão das interferências de cada alternativa proposta foi elaborado um quadro comparativo, onde se apresentou os principais componentes ambientais, as alternativas e as interferências de cada uma, sendo ressaltada qual interferência é superior as demais.

QUADRO 10.1 - COMPARATIVO ENTRE AS ALTERNATIVAS PROPOSTAS.

COMPONENTES AMBIENTAIS	SEGUNDA PISTA	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
Recursos hídricos	Sem maiores interferências	Sem maiores interferências	Sem maiores interferências
Solos	Terraplanagem e implosão de rocha	Terraplanagem e implosão de rocha	Demanda maior de movimentação de terra e implosão de rocha que as demais alternativas
Patrimônio Espeleológico	Dentro da área de influência. Impacto sobre o patrimônio já consolidado Possibilidade remota de interferências em cavidades naturais subterrâneas	Dentro da área de influência. Impacto sobre o patrimônio já consolidado. Possibilidade remota de interferências em cavidades naturais subterrâneas	Fora da área de influência. Possibilidade de interferência em cavidades naturais subterrâneas
Flora	Supressão de vegetação de Cabruca	Supressão de vegetação de Cabruca	Supressão de vegetação de Cabruca e formação de fragmento isolado pelas pistas

COMPONENTES AMBIENTAIS	SEGUNDA PISTA	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
Fauna	Interferência em habitats	Interferência em habitats	Interferência em habitats
Desapropriações	Sem maiores desapropriações	Sem maiores desapropriações	Desapropriação de benfeitoria residencial

10.1.3. MELHORIAS NO TRAÇADO ORIGINAL

Por se tratar de um estudo anterior ao projeto de engenharia, o conhecimento de correções geométricas e a necessidade de contornos urbanos ficam impossibilitados de serem estudados nessa etapa de estudo, uma vez este empreendimento, trecho da Rodovia BR-101/BA, está incluído no Programa de Exploração Rodoviária – PER, o qual trata na Estruturação de Concessão da 3ª Etapa de Concessões Rodoviárias Federais - Fase III, dos detalhes referentes às ampliações e melhorias necessárias e seus devidos investimentos previstos, para todo o período de Concessão (ANTT, 2013).

Neste contexto, as ampliações para aumento da capacidade de trechos das rodovias, compreendendo a duplicação de trechos em pista simples ou a adição de uma faixa por sentido em pistas já duplicadas serão melhor estudadas pela Concessionária do trecho, de acordo com as demandas e estudos de tráfego local.

Isto também vale para melhorias relacionadas as obras realizadas em pontos específicos da rodovia como complemento das obras de ampliação, as quais podem ser:

- Passarelas para passagem de pedestres sobre a rodovia;
- Variantes e contornos na proximidade de áreas urbanas para segregação do tráfego urbano do de passagem;
- Vias marginais à rodovia nas áreas de maior adensamento urbano;
- Vias de acesso para entrada e saída da rodovia;
- Interconexões em desnível;
- Pontes e viadutos.

A implantação dessas melhorias poderá ocorrer em dois momentos distintos:

- Concomitantemente com as obras de duplicação obrigatórias;
- Durante todo o prazo de concessão nos prazos a serem definidos a critério da ANTT, observados os quantitativos previstos no PER.

Cabe ressaltar que todas as correções e variantes que ocorrerem fora da faixa de domínio e atingirem áreas de preservação permanente, podem ser enquadradas como de utilidade pública, conforme a Lei Federal N°. 12.651/12, e Resolução CONAMA N°.369/06.

Assim, esse estudo busca proporcionar ferramentas de planejamento e subsidiar informações necessárias na tomada de decisão sobre a alternativa mais adequada a ser implantada, tanto para o órgão fiscalizador como para a futura concessionária da rodovia.

10.1.4. MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE FRAGILIDADE AMBIENTAL

Por ser uma fase anterior ao projeto, não se tem a definição das variantes de traçado, quanto ao lado da rodovia a ser duplicada. Entende-se que as condições ambientais locais exercerão grande influência na escolha do lado a ser duplicado. Com isso, o traçado projetado poderá apresentar alternância de lado, passando hora pela esquerda e hora pela direita. Neste contexto, foi realizada uma análise multicriterial para definir os locais de maior fragilidade ambiental, que requeiram um cuidado durante a fase de implantação, notadamente as áreas junto as travessias urbanas, com relevo acidentado e condições geotécnicas problemáticas, onde haverá necessidade de maior supressão vegetacional e àquelas próximas as unidades de conservação, comunidades quilombolas, terras indígenas e demais áreas protegidas.

10.1.4.1. Metodologia Aplicada

A área definida para o estudo da fragilidade ambiental levou em conta a faixa de domínio da atual rodovia BR-101/BA, a configuração ambiental da região e os impactos ambientais ocorridos pelas obras de duplicação, num raio de até 5km do eixo da rodovia existente.

Como apoio a tomada de decisão quanto ao local mais vulnerável quanto as componentes do meio socioeconômico, físico e biótico, foi utilizada a avaliação multicriterial. Esse método foi empregado no cruzamento dos dados temáticos, originando a fragilidade ambiental de cada meio estudado. Após a elaboração do mapeamento foi realizada análise pelos especialistas das áreas impactadas, resultante de cada alternativa.

Essa análise ajudou na escolha da alternativa que apresentará o menor impacto ambiental sobre a área para implantação da duplicação da BR-101/BA.

Nesse contexto, com a necessidade de se avaliar a melhor alternativa locacional para a duplicação da rodovia federal BR-101/BA, foi elaborado um Mapa de Fragilidade Ambiental junto a área de influência do empreendimento (apresentado no Volume de Mapeamento Temático – Tomo I). Para tanto, partiu-se da premissa que as decisões para essa avaliação são multicriteriais, de maneira que diferentes aspectos dos meios físico, biótico e socioeconômico são abordados simultaneamente. Dessa forma, aplicou-se o método Análise Hierárquica de Processo – AHP, tratando-se os dados em ambiente SIG, permitindo a geração do mapa de fragilidade ambiental.

A inserção de variáveis ambientais mostra que o processo de decisão deve considerar atributos multicriteriais, sob pena de não se contemplar caracteres relevantes para o processo decisório (STEIGUER, DUBERSTEIN e LOPES, 2003 apud SILVA & SOUZA, 2009). Caso isto ocorra, as ações serão inadequadas e os resultados desprezíveis. A análise multicriterial é uma abordagem poderosa na tomada de decisões, empregada em diversas áreas do conhecimento, envolvendo, muitas vezes, decisões financeiras associadas a atributos não-financeiros (SAATY, 1980 apud SILVA & SOUZA, 2009).

As variáveis a serem envolvidas no processo decisório devem ser escolhidas e os pesos de contribuição de cada variável computado. A importância relativa das classes pertencentes a cada variável tem que ser considerada. As decisões envolvem aspectos qualitativos, de maneira que é necessário decidir o quão melhor ou pior é um atributo em relação a outro (HÄMÄLÄINEN e SALO, 1997 apud SILVA & SOUZA, 2009). Nesse contexto, a Análise Hierárquica de Processo – AHP (do inglês Analytic Hierarchy Process) surge como método simples que pode ser empregado na avaliação de alternativas locais.

A AHP é uma ferramenta de suporte à decisão que procura diminuir a subjetividade e permitir análise quantitativa durante processo. Através da AHP é possível considerar que atributos qualitativos, e, portanto, subjetivos, sejam operacionalizados através de características numéricas (SAATY, 1986 apud SILVA & SOUZA, 2009).

A AHP é uma teoria com base matemática que permite organizar e avaliar a importância relativa entre critérios e medir a consistência de julgamentos. Dessa forma, é possível comparar práticas e alternativas de políticas pré-estabelecidas. A tomada de decisão exige, porém, o entendimento elementar da hierarquia do processo decisório, conforme representado na FIGURA 10. 6.

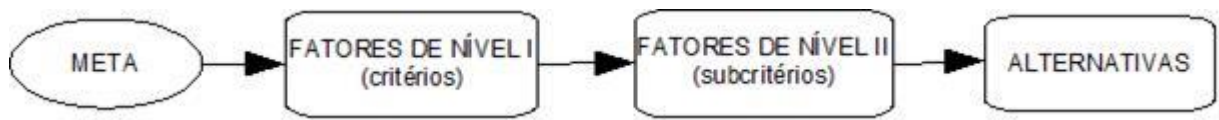


FIGURA 10. 6 – REPRESENTAÇÃO DO PROCESSO DECISÓRIO HIERÁRQUICO. FONTE: HONGRE (2006)

A AHP baseia-se na ponderação ativa de atributos qualificadores e toma como base a importância relativa de cada um entre si. O processo simplifica o estudo de sistemas intrincados com comparações sequenciadas de pares de componentes adequadamente identificados (VILA e BECCUE, 1995; HONGRE, 2006 apud SILVA & SOUZA, 2009).

Em estudos ambientais a AHP pode hierarquizar opiniões subjetivas sobre categorias e direcionadores de valor. A partir disto é possível um tratamento quantitativo que conduza a uma estimativa numérica da importância relativa de cada um dos direcionadores. As prioridades entre os critérios são estabelecidas conforme uma escala de dominância relativa, que resulta num sistema hierárquico dos atributos considerados para os diferentes critérios pré-estabelecidos. Segundo SAATY (1980 apud SILVA & SOUZA, 2009) apesar de existir diferenças entre os estímulos para definição de valores a percepção desses pelo indivíduo obedece a uma escala linear. Há ainda um limite de cunho psicológico em que o indivíduo humano julga corretamente entre 5 e 9 pontos para distinguir tais diferenças (GOMES, ARAYA e CARIGNANO, 2004 apud SILVA & SOUZA, 2009). A escala fundamental da AHP é mostrada na Tabela 10.1.

TABELA 10. 1 - ESCALA DA ANÁLISE HIERÁRQUICA DE PROCESSO NA COMPARAÇÃO DE PARES DE VARIÁVEIS (ESCALA FUNDAMENTAL DE SAATY)

ESCALA	IMPORTÂNCIA ENTRE AS VARIÁVEIS COMPARADAS
1	Igual importância entre as variáveis
3	Importância pequena de uma sobre a outro
5	Importância grande ou essencial
7	Importância muito grande ou demonstrada
9	Importância absoluta de uma sobre a outra
2, 4, 6, 8	Valores intermediários de importância

Uma tomada de decisão pode considerar vários critérios e subcritérios em diferentes níveis, já mostrado na TABELA 10. 1. A importância relativa entre os critérios é considerada conforme a escala de SAATY (TABELA 10. 1). Quando um critério qualquer é comparado consigo mesmo a razão será igual a 1. Isto divide a matriz acima e abaixo da diagonal formada por pares de critérios iguais e de razão unitária. Abaixo da diagonal de valor unitário, as razões atribuídas aos demais pares de critérios devem ser pré-estabelecidas conforme o entendimento e a experiência da equipe técnica multidisciplinar envolvida. Acima da diagonal as posições dos pares são preenchidas pelos valores recíprocos pré-definidos inicialmente. Deve-se determinar ainda o somatório dos valores constantes em cada coluna da matriz.

Após a definição da matriz comparativa de critérios é necessário determinar o vetor de normalização, com pesos para os diferentes critérios. Esse é obtido pela divisão de cada valor dos critérios mostrados nas colunas, pelo respectivo somatório dessas individualmente. Essa matriz representa a normalização da matriz inicial.

A normalização de cada critério permite o cálculo do peso individual desses (priorização de critérios). Calcula-se a média dos valores dispostos em cada linha da matriz para obtenção dos pesos (W) dos critérios. A média dos pesos de cada critério formará uma matriz de $1 \times n$ e o somatório da coluna será igual a 1.

Inconsistência no julgamento de critérios pré-estabelecidos é frequente, de maneira que a matriz de comparação pareada de critérios deve ter sua consistência verificada. Inicialmente, multiplica-se a matriz de critérios pela matriz de priorização, gerando uma nova matriz. Essa matriz resultante (Y) permite o cálculo de λ_{max} , cujo valor deve ser próximo de "n".

O cálculo de λ_{max} é dado por:

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{i=1}^n Y1 / W1}{n}$$

Em razão da normalização definida anteriormente o somatório dos elementos componentes da coluna da Matriz deve ser também próximo de n , para que seja admitida a consistência da matriz de critérios. O próximo passo é o cálculo do Índice de Consistência (IC), que é dado por:

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

A inconsistência da matriz de critérios pareados é determinada pela comparação de IC com o Índice de Consistência Randômico (IR), que corresponde à máxima inconsistência. Os valores de IR calculados para matrizes de diferentes tamanhos são mostrados na TABELA 10. 2, empregando-se o valor correspondente à matriz pré-definida. A razão entre IC e IR deve ser $\leq 0,1$ que corresponde a no máximo 10% de inconsistência do tomador de decisão para analisar o tema com raciocínio lógico.

TABELA 10. 2 - VALORES DE IR PARA MATRIZES DE DIFERENTES TAMANHOS

DIMENSÃO DA MATRIZ (N)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Índice de consistência randômica (IR)	0,00	0,00	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Uma vez verificada a consistência da matriz de critérios essa estará suficientemente ajustada para realizar a análise desejada. O mesmo procedimento é aplicado aos subcritérios, de acordo com a complexidade do processo.

Assim, com base na metodologia apresentada, a equipe técnica de meio ambiente definiu alguns itens estratégicos para se atingir o objetivo final, que foi a elaboração do mapa de fragilidade ambiental, sejam eles:

- Compatibilidade da escala de trabalho com base nas informações cartográficas oficiais existentes;
- Elaboração da base cartográfica;
- Definição dos mapas temáticos necessários para o desenvolvimento dos trabalhos;
- Identificação de pontos notáveis da área de estudo;
- Ferramentas computacionais necessárias para a elaboração dos mapas, sobreposição e ponderação dos critérios;

- Envolvimento de especialistas na definição dos critérios e indicadores necessários para o alcance do objetivo final;
- Representação cartográfica adequada para o Mapa de Fragilidade.

Primeiramente, realizou-se a coleta de dados junto às instituições de pesquisa e órgãos oficiais da cartografia nacional, sejam eles: CPRM, CECAV, DNPM, EMBRAPA, DSG, IBGE, IBAMA, INCRA, FATMA, FUNAI, Fundação Palmares, Companhia Baiana de Pesquisa Mineral-CBPM, MMA, entre outros. De posse dos dados foram geradas informações espaciais necessárias para a elaboração dos mapas, entretanto, como foram obtidos dados de diversas fontes em escalas diferentes, trabalhou-se a escala para se ter uma análise espacial compatível no relacionamento entre os temas, ou seja, partiu-se da maior escala para a menor escala disponível, adotando-se esta.

Assim foram gerados os seguintes mapas (Volume de Mapeamento Temático – Tomo II): mapa de declividade, mapa geomorfológico, mapa de uso e cobertura vegetal, mapas de geologia, mapa de solos, mapa de recursos hídricos, mapa do sistema viário, mapa de unidades de conservação e áreas protegidas (Terras Indígenas, Quilombolas, Cavidades Naturais, APPs). Todos os trabalhos foram desenvolvidos em ambiente SIG – Sistema de Informações Geográficas, sendo utilizado o software ArcGIS, o qual possibilitou a realização das análises espaciais, conversão e manipulação dos dados, cruzamento de mapas temáticos, sobreposição de mapas e ponderação de critérios, edição e geração de layout.

De posse dos mapas, foi aplicado, entre os membros da equipe ambiental, a técnica denominada conhecimento empírico, elencando objetivos, e elementos pré-selecionados de estudos anteriores, definindo assim o conjunto básico de critérios e indicadores para elaboração do mapa de fragilidade. Logo, foram definidos os temas específicos a serem gerados envolvendo aspectos dos meios físico, biótico e socioeconômico. Tais temas foram elaborados com a utilização da análise multicriterial com emprego do método AHP.

10.1.4.2. Fragilidade Ambiental

A descrição dos critérios/parâmetros adotados pelos especialistas envolvidos na análise, definição dos respectivos pesos quanto a fragilidade ambiental, estão relacionados na sequência.

10.1.4.3. Critérios e definição dos pesos para análise da fragilidade ambiental

10.1.4.3.1. Critérios utilizados para ponderação do meio físico:

Geologia

Os pesos atribuídos pelos especialistas para o critério Geologia foram definidos baseados nas características petrográficas de cada unidade geológica, onde as rochas ígneas e metamórficas de origem ígneas foram dimensionados com baixo grau de fragilidade (peso 2). Os granitos foliados apresentam-se como de média fragilidade (peso 3), haja vista que os seus planos de foliação funcionam como planos de erosão, caso ocorra algum processo erosivo. As rochas metaultramáficas, bem como metamáficas, também, apresentam-se como de média fragilidade (peso 3), devido sua mineralogia ser composta de minerais que se alteram rápido, quando colocada em condições de intemperismo. É importante frisar que quando essas unidades estão intemperizadas (saprolitizadas ou totalmente fragmentadas sob a forma de sedimentos), o grau de fragilidade aumenta para médio (peso 3), podendo chegar a muito alto (peso 4).

As rochas metassedimentares ou metamórficas de derivação sedimentar foram definidas como frágeis, devido a sua mineralogia (minerais hidratados fáceis de se alterar), bem como características estruturais (foliação, lineação, planos de xistosidade, etc.). Esses fatores influenciam diretamente em problemas de erosão ou movimentos de massa quando essas rochas são colocadas em condições de intemperismo. É importante frisar que quando essas unidades estão intemperizadas (saprolitizadas ou totalmente fragmentadas sob a forma de sedimentos), o grau de fragilidade aumenta para alto (peso 4), podendo chegar a muito alto (peso 5).

As rochas sedimentares foram classificadas com grau de fragilidade alto (peso 4), pois as mesmas apresentam grande suscetibilidade a processos de erosão linear, formação de ravinas e voçorocas, quando submetidos a escoamentos d'água e/ou ação dos ventos. Dependendo do grau de intemperismo que essas rochas são submetidas, as mesmas podem alcançar grau muito alto de fragilidade (peso 5).

Por fim, os sedimentos inconsolidados foram classificados como muita alta fragilidade (peso 5), devido sua fácil desagregação e quando colocadas em ambientes propícios a problemas de erosão, essas unidades são facilmente erodidas, seja pela ação de água ou dos ventos.

Solos

Em relação aos Solos (pedologia) da área de estudos, a definição dos pesos levou em consideração o tipo de solo, bem como suas características e sua susceptibilidade a erosão. Pela baixíssima ocorrência de solos hidromórficos na área em estudo, essa característica não foi utilizada na mensuração dos pesos.

Sendo assim, para a classe dos Latossolos foi mensurado pesos 1 (Latosolos Amarelo Distróficos) e 2 (Latosolos Vermelho-amarelo Distróficos e Distroféricos), devido esse tipo de solo ser caracterizado como solo bem drenado, com baixo teor de silte e de materiais facilmente intemperizáveis, homogêneo, apresentando estrutura granular, sempre ácido, nunca hidromórfico. Seu grau de erodibilidade é muito baixo a baixo, porém, localmente, é visualizado moderada suscetibilidade à erosão laminar, onde o grau de fragilidade atribuído é médio (peso 3).

A classe dos Luvisolos, presente em grande parte da área em estudo, apresentou peso 3 (média fragilidade), devido esse tipo de solo ser caracterizado como um solo com horizonte B textural rico em argilominerais, o que acarreta numa menor capacidade de infiltração das águas superficiais e subsuperficiais, aumentando, assim, o fluxo de água na superfície e/ou subsuperfície do solo, tornando mais fáceis os processos erosivos nesse tipo de solo - com moderado grau de erodibilidade.

Para a classe dos Argissolos, bem como para classe dos Latossolos, foi atribuído pesos 2 (Argissolos Vermelho-amarelo Distróficos) e 3 (Argissolos Amarelos Distrocoesos). Esses pesos foram mensurados levando-se em consideração, principalmente o grau de erodibilidade do solo, bem como para as características pedológicas encontradas para esse tipo de solo.

Para as Classes dos Chernossolos (peso 2, baixo), Espodossolos (peso 3, médio) e Planossolos (peso 5, muito alto), a definição desses pesos foi baseada levando-se em consideração, principalmente o grau de erodibilidade do solo, bem como as características pedológicas encontradas para esse tipo de solo.

Geomorfologia e Declividade

Em relação a geomorfologia, os pesos foram atribuídos levando-se em consideração as características geomorfológicas de cada unidade, bem como características do relevo e sua geomorfometria, também levando-se em consideração as características geológicas e geotécnicas.

Foram atribuídos peso 3 (fragilidade média) as depressões devido as mesmas apresentarem áreas com relevos mais planos, situados em zonas que ocorrem litologias relacionadas a rochas ígneas e metamórficas de derivação ígnea, bem como áreas com declividades mais suaves em relação as outras unidades geomorfológicas, curvatura vertical tendendo a retilínea em diversos pontos da área em estudo, bem como uma menor taxa de erodibilidade do solo e susceptibilidade a erosão, por conta da litologia encontrada nessas unidades.

As unidades Tabuleiro e Patameres, foram atribuídos peso 4 (fragilidade alta). Aos tabuleiros foi atribuído esse peso devido os mesmos estarem situados, principalmente, em zonas que ocorrem litologias relacionadas as rochas sedimentares, metassedimentares e sedimentos inconsolidados, além de áreas elúvio-colúvio-aluvionares, bem como apresentarem zonas com moderada a alta declividade, e altas taxas de erodibilidade do solo e susceptibilidade a erosão. Em relação aos patamares, o mesmo apresentou esse peso devido, principalmente, a sua alta declividade, onde são vistos diversas serras e morros de rochas cristalinas, com relevos dissecados com vertentes convexo-côncavas, por vezes com afloramentos escarpados, onde se formam diversos problemas relacionados a erosão como formação de ravinas e sulcos, bem como movimentos de blocos rochosos (movimentos de massa).

Quanto a declividade, considerando que a maioria dos processos erosivos (carreamento de finos, assoreamento de cursos de água, movimentos de massa, deslizamentos, etc) se dão por relações diretas com este critério, foi considerado na escala:

muito baixo, médio e muito alto; respectivamente para as classes: plano (peso 1); suavemente ondulado (peso 1); moderadamente ondulado (peso 3); ondulado (peso 5); fortemente ondulado (peso 5). Este critério é determinante na inclusão da variável relevo, o qual foi realizado a análise direta com a geomorfologia e posterior cruzamento com os demais grupos temáticos do componente meio físico.

Cobertura da terra

Para o critério que envolve a cobertura da terra, o peso foi atribuído levando-se em consideração a relação entre o tipo de cobertura e os agentes físicos associados, que poderão desencadear passivos ambientais.

Sendo assim, para as Áreas Urbanas foi atribuído pesos 4 (alta fragilidade), levando-se em consideração o nível de exposição do solo, influenciado pela presença áreas verdes dentro da área urbana, a qual, dependendo do nível de exposição gera áreas frágeis e muito frágeis, ou pela proximidade de cursos d'água que apresentam solos e grande fragilidade.

A classe cultivos foi atribuído pesos 2 (baixa fragilidade), a qual está intimamente associado com as áreas com vegetação, baseada nos dados de campo acerca das diversas culturas da região, principalmente pela utilização da Cabruca, geralmente ligada com agricultura de subsistência do Cacau.

Em relação a vegetação, foram atribuídos os pesos 3 (média fragilidade), considerando as áreas onde ocorre floresta densa, em que o solo é protegido pelas copas das árvores, bem como pela grande quantidade de folhas que caem dessas árvores sob o solo, protegendo a qualidade e taxa de infiltração, entre outros parâmetros que exercem certa proteção.

Em relação as áreas de nuvens considerou-se o peso 2 (baixa fragilidade), uma vez que predominantemente são áreas com apresenta de vegetação densa ou cultivos, atributo está relacionado a áreas com baixa fragilidade do solo.

Em relação ao pasto/campo, foram atribuídos os pesos 3 (média fragilidade), considerando que poderá ser mais frágil associado a presença de massas/corpos d'água, mas em geral as pastagens representa uma classe de uso sem muita remoção e revolvimento do solo.

Para áreas de reflorestamento, foram atribuídos os pesos 3 (média fragilidade), haja vista que nessas áreas o grau de reflorestamento apresenta árvores relativamente altas, o que ajuda a proteger o solo e assim diminuir a fragilidade do mesmo.

Para áreas de solo exposto, foram atribuídos os pesos 4 (alta fragilidade), principalmente pela ação de água e ventos. Quando ocorre em áreas com vegetação incipiente, a fragilidade aumenta consideravelmente, podendo ocorrer erosão e movimentação de massa.

Por fim, em relação aos recursos hídricos, pode-se considerar que este critério possui alto grau de fragilidade (peso 4) para o componente ambiental em análise, uma vez que está diretamente relacionado com a maioria dos processos erosivos e agentes

climáticos, tornando algumas áreas com alto risco de inundação, deslizamentos ou soterramento, quando combinado com outros fatores ambientais.

10.1.4.3.2. Critérios utilizados para ponderação do meio biótico:

Cobertura da terra

As áreas urbanas, solo exposto e cultivos foram consideradas de muito baixa fragilidade (peso 1) para o meio biótico, por apresentarem ambiente antropizado, com aglomerados urbanos, cuja recuperação está altamente comprometida com probabilidade mínima de manutenção das principais espécies e habitats.

As áreas contendo pasto/campo e reflorestamentos, atribuiu-se peso 3 (médio grau de fragilidade), motivado pela presença de Habitats antropizados com elevado nível de fragmentação, conectividade comprometida. Presença de espécies exóticas devido a alterações na composição e estrutura, em que as funções estão comprometidas.

As áreas contendo nuvens, foram consideradas como alta fragilidade (peso 4), devido a probabilidade de permanência de fragmentos vegetacionais com habitats inalterados, mas com perda de espécies por alterações ecossistêmicas ou exploração e, pouca conectividade – de certa forma há circulação de espécies da fauna silvestre.

No caso dos recursos hídricos, foram consideradas de muito alto grau de fragilidade (peso 5), por abrigarem espécies aquáticas com importância para o ciclo biológico, mesmo que determinados rios já tenham habitats com níveis intermediários de antropização e/ou fragmentação.

No caso das áreas com fragmentos vegetacionais naturais preservados, cujo a conectividade permite processos de dispersão, possibilitando a perda de espécies importantes, mas que possuem importância ecológica, foram considerados com grau de fragilidade muito alto (peso 5).

Áreas protegidas

Foi considerado para Unidades de Conservação, independente da categoria, como sendo áreas com grau de fragilidade muita alta (peso 5), por possuírem nível de integridade elevado, cujos fragmentos são relativamente grandes e contínuos. Alguns destes permanecem relativamente intactos, mas outros são alterados, fazendo com que certas espécies possam entrar em declínio devido modificações nos principais processos ecológicos. Contudo são extremamente importantes para a manutenção dos ecossistemas presentes. Já para as Zonas de Amortecimento das UC foi atribuído alta grau de fragilidade (peso 4), uma vez que qualquer impacto decorrente de atividade poluidora pode acarretar em dano ambiental direto sobre as UC e sobre os recursos naturais presentes.

Do mesmo modo, foram tratadas as Áreas de Preservação Permanente – APP, como de fragilidade muito alta (peso 5), devido sua função junto aos recursos naturais e espécies da fauna da região, apesar de haver grande antropização decorrente as ocupações antrópicas.

10.1.4.3.3. Critérios utilizados para ponderação do meio socioeconômico

Foi considerado como muito alto grau de fragilidade ambiental (peso 5), as áreas com presença de Comunidades Quilombolas e Terras Indígenas. Essas comunidades, legalmente protegidas sob instância federal, envolvem elementos de sua cultura dependentes dos recursos naturais associados a este território, as quais se deve atenção especial, no sentido de adoção de medidas que evitem quaisquer danos ambientais e o comprometimento de seus modos de vida. A proteção destas áreas corrobora para a reprodução social e cultural, paralelamente representando uma oportunidade à conservação da biodiversidade, à medida que contribuem para a manutenção de usos sustentáveis dos recursos naturais.

A áreas enquadrados com alto grau de fragilidade (peso 4) estão compreendidas por projetos de Assentamento da reforma agrária do Incra, áreas urbanas, travessias de recursos hídricos e sistema viário, destacado com certa importância para as comunidades. Incluem-se os assentamentos nesta categoria, em função de serem resultantes de uma política nacional de promoção da justiça social e do aumento de produtividade. De relevância para o desenvolvimento socioeconômico, possuem uma forma de organização específica, na qual pode-se perceber regramentos e atividades comunitárias que exigem atenção no sentido da adoção de medidas mitigadoras e programas ambientais, frente a implantação do empreendimento.

Avaliam-se as áreas urbanas como de alta fragilidade, observando-se a presença de moradias - vulneráveis a uma série de fatores, bem como a presença de estabelecimentos comerciais e de serviços - importantes para a dinâmica econômica dos municípios. Enquadram-se como elementos de análise a esta categoria, as sistema viário e os recursos hídricos que associam-se à qualidade de infraestrutura e serviços públicos oferecidos nos municípios.

Como médio grau de fragilidade (peso 3) foi definido para os cultivos, reflorestamentos e a vegetação com a presença do sistema cabruca. Estes elementos estão relacionados à contribuição das atividades rurais para o desenvolvimento socioeconômico da região, no qual se enfatiza a presença significativa de cultivos variados, silvicultura de eucalipto e do sistema agroflorestal cacau-cabruca. Este sistema é considerado eficiente em termos de manutenção das famílias no meio rural, e, ao mesmo tempo que gera recursos financeiros, conserva fragmentos florestais e recursos hídricos.

Já as áreas caracterizadas por pasto/campo, foram classificadas de baixo grau de fragilidade (peso 2). Não deixando de considerar a sua relevância para a manutenção da agricultura de base familiar, ainda assim se classifica por baixa fragilidade, devido à reduzida magnitude no contexto do traçado da rodovia, assim como pela baixa eficiência e produtividade, observada em várias áreas.

Por fim, as áreas com grau de fragilidade muito baixo (peso 1), são aquelas compreendidas por presença de solo exposto com alto grau de compactação, as quais

podemos atribuir, relativamente, uma reduzida eficiência econômica, exprimindo, por vezes, a sazonalidade dos cultivos e o enfraquecimento do solo.

10.1.4.4. Aplicação do método AHP para geração do mapa de fragilidade ambiental

Conforme os critérios de ponderação predefinidos pelos especialistas, para cada procedeu-se a aplicação do método AHP para cada componente ambiental, em ambiente SIG, através da ferramenta disponibilizada pela plataforma Esri ArcGIS, “*Spatial Analyst*”, com o objetivo final a geração do mapa de fragilidade ambiental.

Para a elaboração do mapa de fragilidade ambiental, inicialmente foram escolhidos os temas de análise para cada meio de estudo (meio físico, biótico e socioeconômico). Deste modo, seguem abaixo os temas utilizados para cada componente ambiental.

QUADRO 10. 1 – TEMAS ESCOLHIDOS PARA CADA MEIO DE ESTUDO.

TEMAS ESCOLHIDOS PARA CADA MEIO DE ESTUDO	
MEIO FÍSICO	
Geotecnia (Geologia x Solos): Geologia	
Geotecnia (Geologia x Solos): Solos	
Relevo (Geomorfologia x Declividade): Geomorfologia	
Relevo (Geomorfologia x Declividade): Declividade	
Cobertura da Terra (Uso do Solo x Hidrografia)	
MEIO BIÓTICO	
Cobertura da Terra (Uso do Solo x Hidrografia)	
Áreas de Preservação Permanente (APPs)	
Unidades de Conservação (UCs)	
Zonas de Amortecimento (ZAs)	
MEIO SOCIOECONÔMICO	
Cobertura da Terra (Uso do Solo x Hidrografia)	
Sistema Viário	
Terras Indígenas (TIs) e Quilombolas	
Assentamentos	

A escolha dos temas estão ligados, principalmente, à disponibilidade de base de dados georreferenciadas, muitas vezes disponibilizadas em escalas variadas, para posterior trabalho em software SIG, utilizando técnicas de geoprocessamento. Temas específicos como: uso do solo, declividade, APP e estradas são produzidos sobre dados de sensoriamento remoto disponível, produzidos em escalas variadas, conforme a qualidade da imagem de satélite e do tipo de sensor utilizado.

Após adequação do banco de dados de cada tema em ambiente SIG, os temas e classes foram classificados por meio de pesos, variando de 1 a 5 para os itens impactantes no resultado final do mapa, sendo 1 o item menos impactante e 5 o item mais impactante, alterando-se o grau de influência de cada tema/critério e classes em cada meio de estudo, ou seja, os pesos das classes de uso do solo sofreram alteração quando relacionados aos diferentes meios de estudo. A exemplo disso, temos a classe área urbana que apresentou pesos diferentes em cada meio estudado. Isto se deve as diferentes formas de observar a mesma classe em meios diferentes. A sobreposição de alguns temas em determinadas

áreas implicam na soma total do peso, acarretando peso maior que 5 no conjunto de análises. A exemplo temos uma terra indígena sobrepondo uma UC, tendo como resultado a soma dos pesos atribuídos a cada um.

Foi utilizado para o processamento destes dados, tanto para a interpolação dos temas, quanto para a interpolação final entre os meios, a ferramenta *Weighted Overlay*, disponível no software Esri ArcGIS, presente no *Spatial Analyst* (conjunto de ferramentas de análise espacial), que permitiu o cruzamento ponderado dos diversos fatores, assim como as diversas relações entre eles. Os dados de entrada são ponderados pela importância, quando se aplica, e somados para produzir um dado de saída. Para este estudo, foram realizados diversos cruzamentos, que compreende o processamento dos dados, atribuídos ao grau de importância: rodada 1 – compreendeu o cruzamento entre temas diferentes para se gerar um tema único; rodada 2 – compreendeu o cruzamento entre os temas e classes gerais de cada meio para gerar o resultado geral de cada meio; rodada 3 – compreendeu o cruzamento geral entre as componentes ambientais para gerar o resultado final esperado para a fragilidade ambiental. O grau de importância foi dada aos meios de estudo, sendo: o Meio Socioeconômico ficou com 40%, o Meio Biótico ficou com 35% e para o Meio Físico foi atribuído 25%, atrelados diretamente a ferramenta utilizada, mencionada acima. A FIGURA 10. 7 mostra a configuração no ambiente SIG, bem como a ponderação do grau de importância atribuído para cada meio.

TABELA 10. 3 - ESCOLHA DAS ALTERNATIVAS LOCACIONAIS – PARÂMETROS UTILIZADOS NA AHP DO COMPONENTES AMBIENTAIS

GRUPO TEMÁTICO		COMPONENTE AMBIENTAL/ PARÂMETROS	PESO *	(%) AHP		
MEIO SOCIOECONÔMICO						
S1	Área Urbana e edificações		4	60%	40,00%	
	Cultivos		3			
	Reflorestamento		3			
	Terras Indígenas e Quilombolas		5			
	Assentamentos do Incra		4			
S2	Pasto/Campo		2	25%		
	Nuvens		4			
	Recursos Hídricos		4			
	Vegetação		3			
S3	Solo Exposto		1	15%		
	Sistema Viário		4			
MEIO BIÓTICO						
B1	Cobertura da Terra	Área Urbana e edificações	1	60%	35,00%	
		Cultivos	1			
		Reflorestamento	3			
		Pasto/Campo	3			
		Nuvens	4			
		Vegetação	5			
		Solo Exposto	1			
		Recursos Hídricos	5			
B2	Áreas Protegidas	Unidades de Conservação (UC)	5	25%		
		Zonas de Amortecimento (ZA)	4			
B3	APP	Áreas de Preservação Permanente (APP)	5	15%		
MEIO FÍSICO						
F1	Geotecnia	Geologia	Rochas Ígneas e Metamórficas	2	60%	25,00%
			Granitos	3		
			Rochas Metaultramáficas	3		
			Rochas Metassedimentares	4		
			Rochas Sedimentares	4		
			Sedimentos Inconsolidados	5		
		Solos ou Pedologia	Latossolos Amarelo Distróficos	1		
			Latossolos Vermelho-amarelo Distróficos e Distroféricos	2		
			Luvissolos	3		
			Argissolos Vermelho-amarelo Distróficos	2		
			Argissolos Amarelos Distrocoesos	3		
			Chernossolos	2		
			Espodossolos	3		
			Planossolos	5		
F2	Relevo	Geomorfologia	Depressões	3	25%	
			Tabuleiros e Patamares	4		
		Declividade	Plano	1		
			Suavemente Ondulado	1		
			Moderadamente Ondulado	3		
			Ondulado	5		
			Fortemente Ondulado	5		
F3	Cobertura da Terra	Área Urbana e edificações	4	15%		
		Cultivos	2			
		Reflorestamento	3			
		Pasto/Campo	3			
		Nuvens	2			
		Vegetação	3			
		Solo Exposto	4			
		Recursos Hídricos	4			

***LEGENDA:**

GRAU DE FRAGILIDADE DO PARÂMETRO

EM RELAÇÃO AO COMPONENTE AMBIENTAL	
1	Muito baixo
2	Baixo
3	Médio
4	Alto
5	Muito alto

Este processo foi possível após a verificação do Índice de Consistência conforme a matriz de paridade, cujo os resultados são apresentados a seguir:

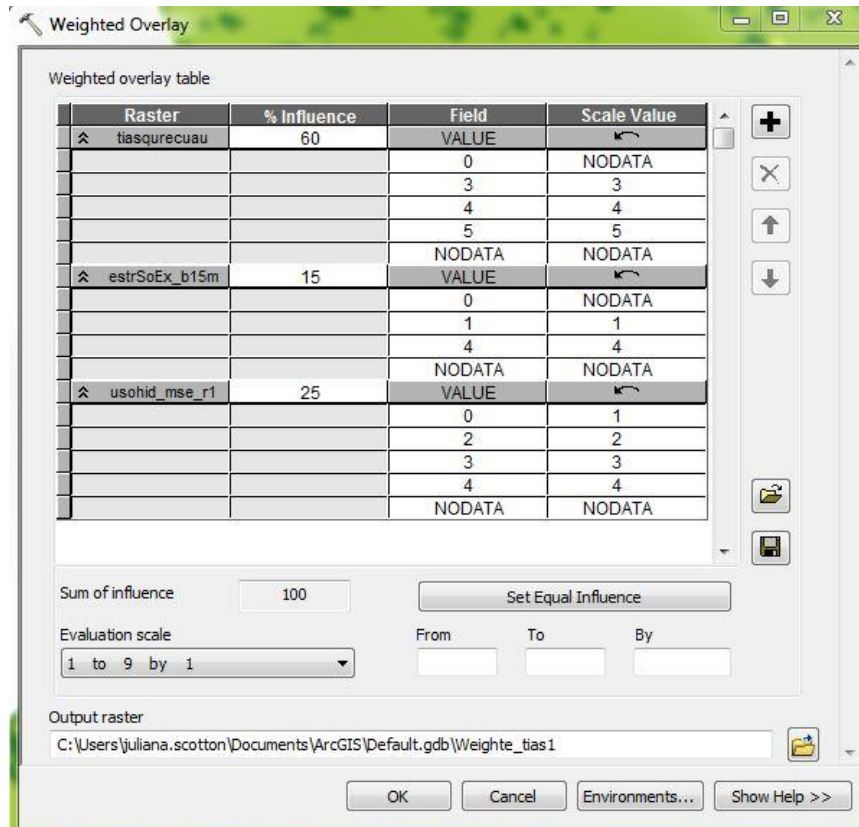


FIGURA 10. 7 – CONFIGURAÇÃO DA FERRAMENTA WEIGHTED OVERLAY EM AMBIENTE SIG.

Para a avaliação do processo executado foram gerados alguns ensaios, procurando determinar qual a inter-relação existente entre os diversos fatores considerados, de forma a definir a maior importância de uns relativamente aos outros, considerando desde o início a importância distinta para os 3 meios estudados, onde o meio socioeconômico se sobressaiu em relação aos outros meios, tendo maior relevância no contexto espacial diante deste empreendimento.

O resultado final destes procedimentos, compreende a interpolação final entre os 3 meios estudados, a tabela a seguir apresenta parâmetros, pesos e importância atribuída de cada componente ambiental para a geração do mapa de fragilidade, sendo ferramenta para a tomada de decisão quanto a alternativa locacional a ser avaliada pelo projeto de engenharia.

Este processo foi possível após a verificação do Índice de Consistência conforme a matriz de paridade, cujo os resultados são apresentados a seguir:

DADOS

Número de fatores = **3**
 Critério de maior peso = Socioeconômico
 Critério de menor peso = Físico

MATRIZ 1 – Critérios Pareados

Critérios	Socioeconômico	Físico	Biótico
Socioeconômico	1	1,6	1,14
Físico	0,63	1	0,71
Biótico	0,88	1,41	1
Soma	2,5	4,01	2,85

MATRIZ 2

Critérios	Socioeconômico	Físico	Biótico
Socioeconômico	0,4	0,4	0,4
Físico	0,25	0,25	0,25
Biótico	0,35	0,35	0,35
Soma (=1,00)	1	1	1

MATRIZ 3 – PONDERAÇÕES

Critérios	Pesos
Socioeconômico	0,4
Físico	0,25
Biótico	0,35
<i>total</i>	1

A inconsistência da matriz de critérios pareados é determinada pela razão entre o Índice de Consistência – IC e o Índice Randômico – IR. Essa razão deve ser $\leq 0,1$, que corresponde a no máximo 10% de inconsistência do tomador de decisões o tema com raciocínio lógico.

Tabela 1 – Valores de IR para matrizes de diferentes tamanhos

Dimensão da matriz (n)	1	2	3	4	5
IR	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12
	6	7	8	9	10
	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Dessa forma calcula-se a seguinte razão:

IC/IR =	0,000001	$\leq 0,1$ OK
		$> 0,1$ Rever

CÁLCULO DE INCONSISTÊNCIA NO JULGAMENTO

MATRIZ 4 = MATRIZ 1 X MATRIZ 3

Resultado
1,2
0,75
1,05

CÁLCULO DE λ_{max}

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{i=1}^n Y1/W1}{n}$$

$\lambda_{max} =$	3,000
-------------------	-------

CÁLCULO DO ÍNDICE DE CONSISTÊNCIA (IC)

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

IC =	0
------	---

10.1.5. NÃO REALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Considerando a hipótese de não realização do empreendimento, afim de evitar novos impactos aos ecossistemas presentes, torna-se um alternativa obsoleta, pois os principais impactos já ocorreram na fase de implantação da BR-101/BA há mais de 40 anos; estando consolidada o uso e ocupação do solo bem como a exploração dos recursos naturais, desde o período da colonização da região. Considera-se que a magnitude dos impactos advindos da duplicação é menor quando comparado com a implantação de uma nova rodovia. Neste

contexto, foram previstos dois cenários possíveis para a região, um a curto prazo e um a médio e longo prazo.

O primeiro, considera que a curto prazo as condições atuais de trafegabilidade e segurança da via, bem como, a sua contribuição ao desenvolvimento socioeconômico da região continuarão sofrendo os mesmos problemas. Apresentando-se como ponto crítico a estagnação do desenvolvimento social e econômico da região, havendo perda do investimento inicial realizado a mais de 40 anos com a implantação da rodovia.

O segundo cenário considera que, a médio e longo prazo, o aumento do volume médio diário anual de tráfego e o aumento no desenvolvimento econômico da região e do país, contribuirão para o deterioramento das condições de trafegabilidade e segurança da rodovia. Essas interferências poderão se tornar um entrave para o desenvolvimento socioeconômico, podendo novas alternativas de negócios e de mercado na região e, agravando sobremaneira, o nível de segurança dos usuários e das comunidades junto a faixa de domínio da rodovia.

Os locais que já apresentam criticidade e que tende a médio e longo prazo se tornarem pontos de gargalos, são apresentados na TABELA 10. 4 a seguir.

TABELA 10. 4 – LOCAIS DE MAIOR CRITICIDADE QUANTO AS INTERFERÊNCIAS PARA DUPLICAÇÃO DA BR-101/BA

INTERFERÊNCIAS NA FAIXA DE DOMÍNIO DA BR-101/BA – ENTRE OS KM 166,5 E 717,8			
Nº	KM	LADO DA RODOVIA	TIPO DE INTERFERÊNCIA
1	170,738 a 170,770	LD	Edificações
2	170,976 a 171,031	LD	Edificações
3	171,138 a 171,350	LE	Posto Combustível
4	196,634 a 197,065	LD/LE	APA Lago de Pedra do Cavalo
5	197,900 a 198,344	LE	Aglomerado edificações
6	198,230 a 198,345	LD	Aglomerado edificações
7	200,640 a 208,475	LD/LE	APA Lago de Pedra do Cavalo
8	231,385 a 231,930	LD	Edificações – Cidade de Sapeaçu
9	232,833 a 232,873	LD	Edificações – Cidade de Sapeaçu
10	232,833 a 232,971	LE	Edificações – Cidade de Sapeaçu
11	233,102 a 233,465	LD	Edificações – Cidade de Sapeaçu
12	320,540 a 321,267	LD/LE	Aglomerado edificações
13	327,939 a 330,130	LD/LE	Edificações – Cidade de Pres. Tancredo Neves
14	336,150 a 336,305	LD/LE	Aglomerado edificações

INTERFERÊNCIAS NA FAIXA DE DOMÍNIO DA BR-101/BA – ENTRE OS KM 166,5 E 717,8			
Nº	KM	LADO DA RODOVIA	TIPO DE INTERFERÊNCIA
15	342,494 a 343,00	LD/LE	Aglomerado edificações
16	349,628 a 350,078	LD/LE	Aglomerado edificações
17	353,00	LE	Quilombola Serilândia
18	359,095 a 361,551	LD/LE	Edificações – Cidade de Wenceslau Guimarães
19	349,297 a 362,772	LD/LE	APA Caminhos Ecológicos da Boa Esperança
20	364,700 a 365,160	LD	Edificações – Cidade de Gandu
21	389,354 a 403,793	LD/LE	APA Pratigi
22	404,425 a 405,190	LD/LE	Edificações – Cidade de Itamaraty
23	426,260 a 426,700	LE	Edificações – Cidade de Camamu Marau
24	444,500 a 444,820	LE	Edificações – Cidade de Ubaitaba
25	444,820 a 445,435	LD/LE	Edificações – Cidade de Ubaitaba
26	445,435 a 446,086	LD	Edificações – Cidade de Ubaitaba
27	446,086 a 446,291	LD/LE	Edificações – Cidade de Ubaitaba
28	446,532 a 446,756	LD/LE	Edificações – Cidade de Aurelino Leal
29	468,316 a 490,475	LD/LE	APA Lagoa Encantada
30	504,381 a 505,408	LD/LE	Edificações – Cidade de Itabuna
31	508,764 a 509,210	LD	Edificações – Cidade de Itabuna
32	525,244 a 525,399	LD	Edificações – Cidade de Buerarema
33	525,446 a 525,773	LE	Edificações – Cidade de Buerarema
34	541,469 a 542,369	LE	Edificações – Cidade de São José da Vitória
35	615,543 a 616,133	LD/LE	Aglomerado edificações
36	656,724 a 657,00	LE	Aglomerado edificações
37	680,565 a 680,816	LE	Edificações – Cidade de Itagimirim
38	681,621 a 682,00	LE	Edificações – Cidade de Itagimirim
39	682,147 a 682,341	LE	Edificações – Cidade de Itagimirim
40	702,808 a 703,232	LD/LE	Aglomerado edificações
41	709,395 a 709,819	LE	Aglomerado edificações
42	712,881 a 717,8	LD/LE	Edificações – Cidade de Eunápolis

10.2. ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS

Como alternativa tecnológica, buscou-se o aproveitamento do leito da estrada existente, tendo como principal diretriz manter a declividade longitudinal compatível com a estrada existente, sendo que as principais alternativas a serem incluídas no projeto serão descritas a seguir.

10.2.1. GEOMETRIA

Em função das características técnicas, operacionais e geométricas, foi proposta uma plataforma de terraplenagem com até 16,70 metros, principalmente nas áreas rurais, constituída por duas faixas de tráfego por pista, acostamentos em ambos os lados, sendo os externos com largura de 2,50 metros e os internos com 1,00 metro.

A separação das pistas poderá se dar pela introdução de canteiro central nas áreas rurais e barreira central do tipo “New Jersey” nas áreas onde não haverá essa possibilidade devido restrições marginais (ocupações de indústrias, comércio, residências, vegetação de grande porte, etc.).

10.2.2. EMPRÉSTIMOS

Como empréstimo serão preferencialmente indicados os alargamentos laterais – por interferirem com menor intensidade no meio ambiente e estarem situados na faixa de domínio da rodovia – ou caixas de empréstimos existentes.

10.2.3. TALUDES

Por meio dos Estudos Geológicos Geotécnicos a serem realizados para o projeto serão definidos a princípio os seguintes parâmetros:

- Horizontes dos materiais classificando-os em 1ª, 2ª e 3ª categoria;
- Taludes de corte e aterro:
- Corte: 1:1 (H:V) em materiais classificados em 1ª e 2ª categoria, com banquetas a cada 8 metros de altura de corte, e 2:3 (H:V) em materiais classificados em 3ª categoria;
- Aterro: 3:2 (H:V) em todos os materiais.

10.2.4. DRENAGEM

10.2.4.1. Superficial

Os dispositivos de drenagem superficial serão posicionados levando-se em consideração as observações de campo, as análises das seções transversais do segmento aliadas à planta e perfil. Dessas observações e reavaliações obtém-se os dispositivos necessários ao escoamento das águas superficiais em função da rodovia projetada.

10.2.4.2. Drenagem profunda

Será feita a indicação dos dispositivos de drenagem profunda com base nas informações levantadas pelo estudo geotécnico a ser realizado, sendo que em todos os cortes serão utilizados drenos. Quando o corte estiver em rocha será utilizado o dreno raso.

10.2.4.3. Drenagem do pavimento

Para a drenagem do pavimento (i.e. drenos rasos) indicar-se-á a utilização de drenos transversais posicionados em pontos baixos do greide, locais de transição entre cortes e aterros, próximos a obras de arte especiais e em segmentos com declividades altas espaçados a cada 100 metros.

10.2.4.4. Drenagem urbana

Deverão ser projetadas redes de drenagem pluvial utilizando para captação da água as caixas coletoras com boca de lobo nos segmentos urbanos.

Essas caixas conduzirão a água até a galeria existente situada sob a calçada, sendo a ligação efetuada com caixas de ligação e passagem, localizadas de acordo com as superelevações da pista e pontos de confinamento de água.

10.2.4.5. Obras de arte corrente

O projeto de obras de arte corrente visará a transposição dos talwegues interceptados pelo traçado da rodovia, de forma que essas transposições não comprometam a integridade da rodovia e não alterem as condições do fluxo natural nesses pontos.

10.2.5. PAVIMENTO

Diferentes tipos de estruturas de pavimento, viáveis do ponto de vista técnico e econômico, serão estudadas na definição e dimensionamento da estrutura do pavimento.

Considerando a disponibilidade de material na região, deverão ser estudadas alternativas para o pavimento, que preliminarmente pode ser composto de camada asfáltica em CBUQ, camadas granulares de brita graduada e macadame seco sobre camada final de terraplenagem com material oriundo de caixas de empréstimo; e, emprego de pavimento semirrígido composto de camada asfáltica de CBUQ, camadas granulares de brita graduada e macadame seco e camada cimentada de brita graduada tratada com cimento sobre camada final de terraplenagem com material oriundo de caixas de empréstimo.

Para a restauração da pista existente, há duas soluções de restauração: uma poderá contemplar a reciclagem do revestimento existente com adição de espuma asfalto, execução de tratamento superficial simples e revestimento em CBUQ modificado por borracha, e a outra poderá envolver a fresagem descontínua com reposição com CBUQ modificado por borracha e reforço em revestimento de CBUQ modificado por borracha.