

### **3. ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS E LOCACIONAIS**

Em atendimento ao Termo de Referência emitido pelo IBAMA e com intuito de fornecer mais embasamento para a análise de viabilidade do empreendimento em questão, foi realizado um estudo comparativo contemplando as interferências ambientais vinculadas ao eixo projetado e para cada alternativa locacional.

#### **3.1 ALTERNATIVAS LOCACIONAIS**

Para a análise comparativa das alternativas tecnológicas e locacionais das obras de duplicação da BR 101/ES, subtrecho entroncamento BR 262 – Divisa ES/RJ, seguimento Km 302,7 – Km 458,4, com 155,7 Km de extensão, foi considerado o traçado original da BR 101 como o traçado referencial e três alternativas locacionais (I, II e III). No Caderno de Mapas as Alternativas Locacionais podem ser visualizadas em maior detalhe no Tomo IV (Mapa de Alternativas de Traçado).

#### **Metodologia**

Para definição do valor total da pontuação de cada alternativa foi utilizada uma adaptação do método dos Critérios Relevantes Integrados – CRI (Buroz, 1994), onde se realizou um comparativo entre as alternativas e o eixo referencial projetado, com base predominantemente nas informações obtidas dos seguintes materiais: Mapa de Cobertura Vegetal dos Biomas Brasileiros (IBAMA); Carta de 1.50.000 – IBGE, sobre Recursos Hídricos; Shapes sobre Unidades de Conservação cedidas pelo IEMA/ES e Ministério do Meio Ambiente; Limites dos Corredores Ecológicos (Geobase/IEMA); Projetos de Assentamentos (Fundação Cultural Palmares/INCRA); Áreas Prioritárias para Conservação (MMA 2002); Uso e Ocupação do Solo (IEMA/ES; Terras Indígenas (FUNAI).

A valoração para cada critério foi subjetiva, contudo seguindo-se do pressuposto que, quanto mais irreversível for o impacto objeto do critério, maior é o valor atribuído ao mesmo. Para todos os critérios os valores mínimos e máximos estabeleceram o intervalo entre 1 e 3, variando o valor do peso de cada critério na pontuação final. A soma dos pesos de todos os critérios resultou em 1.

Após a análise comparativa foi calculado o Valor da Pontuação Final da Alternativa (VPFA), a partir da soma de cada valor obtido da equação de multiplicação do peso do critério (n) e valor do critério (n), da seguinte forma:

$$\text{VPFA} = ((\text{CR1} * \text{P1}) + \dots + (\text{CR3} * \text{P3}) + \dots + (\text{CRn} * \text{Pn})), \text{ onde}$$

**CRn = Valor da pontuação do critério n**

**Pn = Peso do critério n**

## Critérios e Valoração

a) Menor Extensão da Rodovia - a alternativa com menor extensão foi pontuada com o valor máximo (3) e a com maior extensão foi pontuada com o valor mínimo (1). As alternativas que apresentaram extensão intermediária entre os valores mínimo e máximo receberam o valor (2). **Peso do critério na pontuação final (CR1): 0,05**

**Tabela 3.1-1. Extensão do Traçado Referencial e de Cada Alternativa Locacional Proposta para BR-101/ES:**

Traçado		Extensão (Km)	Pontuação
Referencial		155,99	---
Alternativas	I	155,79	2
	II	155,63	3
	III	155,98	1

b) Menor Área Total de Supressão de Vegetação Nativa – A implantação do empreendimento, em qualquer das três alternativas, inevitavelmente, causará a fragmentação florestal, aumentando o efeito de bordas e o contato entre o habitat original e os habitats já alterados nas proximidades (Tabela 3.1-4). Para o cálculo deste critério utilizou-se como parâmetro a faixa de domínio (40m) e as extensões dos fragmentos interceptados por cada alternativa, onde a alternativa com menor área de supressão obteve a maior pontuação (3). Contudo será nas etapas consecutivas do trâmite do licenciamento, durante o estudo do inventário florístico para a obtenção da ASV, utilizando-se do Projeto Executivo do empreendimento, que poderá ser avaliada de forma mais detalhada o quantitativo/qualitativo de vegetação que será suprimida. **Peso do critério na pontuação final (CR2): 0,05**

**Tabela 3.1-2. Área de Supressão de Fragmentos Florestais Interceptados pelo Traçado Referencial e pelas Alternativas Locacionais da BR 101/ES (na faixa de domínio de 40 m)**

Traçado		Área de Supressão de Fragmentos Florestais (Km <sup>2</sup> )	Pontuação
Referencial		0,114	---
Alternativas	I	0,108	3
	II	0,110	1
	III	0,109	2

c) Menor Interferência/Supressão/Ocupação de Áreas de Preservação Permanente (segundo o Código Florestal, Resolução do CONAMA 303/02 e demais legislações estaduais e municipais) A verificação da menor interferência nas Áreas de Preservação Permanente - APP na área de influência da rodovia, assim como a menor necessidade de supressão vegetal, será realizada a partir do Projeto Executivo final de engenharia e da elaboração do estudo para a ASV. Entretanto, considerando que o número de corpos hídricos transpostos pelo empreendimento foram levantados (critério "f"), a valoração deste item irá considerar

somente as APP's dos corpos hídricos interceptados pelo traçado referencial e pelas alternativas propostas.

Tomando-se por base a Resolução CONAMA nº 303/2002, que dispõe sobre parâmetros, definições e limites das APPs, e considerando que a maioria dos corpos hídricos transpostos é de pequena extensão (entre 10 e 50 metros), foram consideradas para o cálculo da APPs o valor de 50 m (para cada margem). Somente serão consideradas a APP de 100 m, para os rios Itabapoana e Itapemirim. **Peso do critério na pontuação final (CR3): 0,05.**

**Tabela 3.1-3. Extensão das APPs Transpostas dos Corpos Hídricos pelo Eixo de Referência e pelas Alternativas Locacionais da BR 101/ES.**

Traçado		Número de Corpos Hídricos Interceptados	Extensão das APPs Transpostas (m)	Pontuação
Referencial		155	15.700	---
Alternativas	I	171	17.300	2
	II	174	17.600	1
	III	169	17.100	3

d) Menor Número e Extensão de Fragmentação de Remanescentes Florestais – Neste item optou-se por subdividir e quantificar separadamente este critério em número (CR4<sup>a</sup>) e extensão (CR4<sup>b</sup>) de fragmentos florestais interceptados. Conforme já dito no “item b”, no estudo para a ASV e no Projeto Executivo estes remanescentes poderão ser avaliados com maior detalhamento.

**Tabela 3.1-4. Número e Extensão de Fragmentos Florestais Interceptados pelo Traçado Referencial e pelas Alternativas Locacionais da BR 101/ES.**

Traçado		Número de Fragmentos Florestais Interceptados	Pontuação (CR4 <sup>a</sup> )	Extensão de Fragmentos Florestais Interceptados (km)	Pontuação (CR4 <sup>b</sup> )
Referencial		61	---	28,67	---
Alternativas	I	59	2	27,16	3
	II	57	3	27,53	1
	III	57	3	27,39	2

A alternativa que apresentou o menor número de fragmentos interceptados teve o critério de pontuação com o valor máximo (3) e as outras duas alternativas, por possuírem valor igual de intercepções, receberam o valor intermediário (2). O procedimento adotado para a extensão dos fragmentos interceptados teve o critério pontuado com valor máximo (3), para a menor extensão, e o valor mínimo (1) para a maior extensão. Contudo salienta-se que os traçados não diferem significativamente quanto ao número de fragmentos florestais. **Peso do critério na pontuação final (CR4<sup>a</sup> + CR4<sup>b</sup>): 0,10.**

e) Menor Interferência sobre Corredores Ecológicos – “Corredores Ecológicos são áreas que possuem ecossistemas florestais biologicamente prioritários e viáveis para a conservação

da biodiversidade na Amazônia e na Mata Atlântica, compostos por conjuntos de unidades de conservação, terras indígenas e áreas de interstício. Sua função é a efetiva proteção da natureza, reduzindo ou prevenindo a fragmentação de florestas existentes, por meio da conexão entre diferentes modalidades de áreas protegidas e outros espaços com diferentes usos do solo” (MMA, 2011).

O traçado de referência, atual BR 101/ES, é tangente aos limites do Corredor Ecológico Guanandy. As demais alternativas também tangenciam o corredor ecológico de Guanandy. Por considerar que as alternativas são próximas uma das outras, outros possíveis corredores de fauna serão afetados da mesma maneira por todas as alternativas. Dessa forma optou-se pontuar todas as alternativas com o valor máximo (3). **O peso do critério na pontuação final (CR5): 0,15.**

f) Menor Número de Interceptação e Transposição de Corpos Hídricos – Para este critério, o valor de menor número de interceptação foi pontuado com o valor máximo (3) e o valor de maior número de interceptação pontuado com o valor mínimo (1). **Peso do critério na pontuação final (CR6): 0,10.**

**Tabela 3.1-5. Número de Corpos Hídricos Interceptados pelo Eixo de Referência e pelas Alternativas Locacionais da BR 101/ES.**

Traçado		Número de Corpos Hídricos Interceptados	Pontuação
Referencial		155	---
Alternativas	I	171	2
	II	174	1
	III	169	3

g) Menor extensão de Transposição de Áreas de Várzeas/Baixadas – Tendo em vista que o empreendimento possui transposições em áreas de várzeas/baixadas, este critério foi considerando, onde a alternativa que possuiu menor extensão de transposição nestas áreas recebeu a pontuação máxima (3). **Peso do critério na pontuação final (CR7): 0,10**

**Tabela 3.1-6. Extensão das Transposições de áreas de várzeas/baixadas linterceptadass pelo Eixo de Referência e pelas Alternativas Locacionais da BR 101/ES.**

Traçado		Extensão das Transposições de áreas de várzeas/baixadas (km)	Pontuação
Referencial		19,35	---
Alternativas	I	16,40	3
	II	19,72	1
	III	17,27	2

h) Menor Volume de Material Movimentado (Terraplanagem) e Escavação/Desmonte de Rochas – Este critério não foi considerado, tendo em vista que as informações relacionadas

com volume de movimentação de terra somente serão obtidas no âmbito do Projeto Executivo de Engenharia.

- i) Menor Extensão Total de Aterros – Como o critério anterior, este não foi considerado na avaliação pelo mesmo motivo descrito acima.
- j) Maior Extensão Total de Túneis – Como o critério anterior, este não foi considerado na avaliação pelo mesmo motivo descrito acima. Inicialmente sabe-se que não será previsto no projeto túneis.
- k) Maior Extensão Total de Viadutos/Elevados – A quantidade, localização e extensão dos viadutos e elevados, serão definidas nas fases posteriores do licenciamento, com a elaboração do Projeto Executivo de Engenharia. Assim, este critério não foi considerado.
- l) Menor interceptação e/ou proximidade de Unidades de Conservação de Uso Sustentável (Federais, Estaduais e Municipais) e respectivas Zonas de Amortecimento ou Área Circundante – 3 km – Resolução CONAMA 428/2010 – Estas UCs visam compatibilizar a conservação da natureza com o uso direto de parcela dos seus recursos naturais, ou seja, é aquele que permite a exploração do ambiente, porém mantendo a biodiversidade do local e os seus recursos renováveis. Este critério foi subdividido em interceptação de UCs de Uso Sustentável (CR8<sup>a</sup>) e interceptação das zonas de amortecimento das UCs da mesma categoria (CR8<sup>b</sup>).

Como em todas as opções de traçado somente a Zona de Amortecimento de uma UC será interceptada, todas as alternativas receberam a pontuação máxima (3). Contudo salienta-se que todos os traçados cruzam seus limites em locais específicos, sempre procurando minimizar os impactos ambientais negativos. **O peso do critério na pontuação final (CR8<sup>a</sup> + CR8<sup>b</sup>): 0,05.**

**Tabela 3.1-7. Unidades de Conservação de Uso Sustentável Interceptadas pelo Projeto Referencial e pelas Alternativas Locacionais da BR 101/ES.**

Traçado		Interceptação de UCs de Uso Sustentável	Pontuação	Interceptação de Zonas de Amortecimento (3 Km)	Pontuação
Referencial		0	---	1 (Reserva de Desenvolvimento Sustentável Concha D'Ostra)	---
Alternativas	I	0	3	1 (Reserva de Desenvolvimento Sustentável Concha D'Ostra)	3
	II	0	3	1 (Reserva de Desenvolvimento Sustentável Concha D'Ostra)	3
	III	0	3	1 (Reserva de Desenvolvimento Sustentável Concha D'Ostra)	3

m) Menor Extensão de Interceptação de Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade, assim definidas pelo Ministério do Meio Ambiente – Entre 1997 e 2000, o Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira, conhecido como PROBIO, realizou uma ampla consulta para a definição de áreas prioritárias para conservação nos biomas brasileiros – Amazônia, Caatinga, Cerrado e Pantanal, Mata Atlântica e Campos Sulinos, e na Zona Costeira e Marinha. O empreendimento em questão está localizado em zona importante para a conservação da biodiversidade do Bioma Mata Atlântica. Os traçados propostos interceptam no total quatro Áreas Prioritárias para Conservação (Tabela 3.1-8).

**Tabela 3.1-8. Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade - Categorias de Prioridade e Traçados da BR 101/ES que as Interceptam.**

Área Prioritária para Conservação da Biodiversidade	Código	Categoria	Traçado			
			Ref.	I	II	III
Restinga de Setiba	MA-640	3	x	x	x	x
Usina Paineiras	MA- 649	2	x	x	x	x
Serra das Torres	MA - 650	2	X	x	x	x
Reserva Ecológica de Jacarenema, até o manguezal de Gurapari	MC - 799	1	x	x	x	x

Legenda Categoria: Prioridade 1=Extremamente Alta; 2=Muito Alta; 3= Alta

A pontuação baseou-se na extensão de Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade interceptadas no traçado referencial e nas alternativas. Recebeu valor máximo (3) o traçado de menor extensão de interceptação, (2) os traçados que apresentaram valores intermediários (Tabela 3.1-9). **Peso na pontuação final (CR9): 0,10.**

**Tabela 3.1-9. Extensão de Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade em cada Categoria, Interceptadas pelo Projeto Referencial e pelas Alternativas Locacionais da BR 101/ES.**

Traçado	Extensão das Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade			Total (Km)	Pontuação	
	Extremamente Alta	Muito Alta	Alta			
Referencial	9,20	27,34	6,06	42,60	---	
Alternativas	I	9,20	27,68	6,11	42,99	2
	II	9,22	27,59	6,17	42,98	3
	III	9,22	27,59	6,17	42,98	3

n) Menor Extensão de Interceptação de Áreas Urbanas – Optou-se por não considerar este critério na análise já que as alternativas propostas não desviarão do traçado original da BR 101/ES (traçado de referência), não afetando dessa forma o modo de vida das comunidades que já estão instaladas na região. Somente no município de Iconha que o traçado original será desviado, através de um contorno, afastando a rodovia para a área rural do município,

fazendo com que o trânsito seja desviado do perímetro urbano da cidade. Nos três traçados sugeridos, na região desse contorno, nenhuma comunidade rural será diretamente afetada.

o) Menor Fragmentação de Comunidades (levando em consideração a densidade demográfica) e respectiva alteração da dinâmica urbana e de transporte local - Como o critério anterior, este não foi considerado na avaliação pelo mesmo motivo descrito acima.

p) Menor Quantitativo de Desapropriação/Deslocamento de Populações – Considerando que apenas na definição do Projeto Executivo de Engenharia e na elaboração dos Programas Ambientais (PBA) que se terá quantitativos definidos de desapropriações necessárias para a implementação do empreendimento, este critério não foi utilizado no método proposto de avaliação.

q) Menor Interceptação de Possíveis Terras Indígenas, Projetos de Assentamento, Comunidades Quilombolas, e de outras Comunidades Tradicionais – Segundo informações retiradas do site oficial da FUNAI – Fundação Nacional do Índio, na área de influência direta e indireta do empreendimento, não existem terras indígenas demarcadas, em processo de demarcação ou mesmo em estudo. Da mesma forma, as Comunidades Quilombolas descritas e identificadas no Diagnóstico da Socioeconomia estão distantes do traçado do empreendimento, não havendo interferência direta nessas comunidades. Assim, a pontuação adotada para as alternativas foi a máxima (3).

Sobre os Projetos de Assentamento, dois deles são seccionados pelo traçado de referência da rodovia, e continuarão sendo afetados diretamente pelas novas alternativas: PA Rancho Alegre e PA Nova Safra. Dessa forma, como as três alternativas propostas interceptarão a mesma quantidade e extensão desses Projetos de Assentamento, foi adotada a pontuação mínima (1) para todos os traçados propostos.

Este critério foi subdividido em Interceptação de Terras Indígenas delimitadas (CR10<sup>a</sup>), Comunidades Quilombolas (CR10<sup>b</sup>) e de Projetos de Assentamento (CR10<sup>c</sup>) (Tabela 3.1-10).

**Peso na pontuação final (CR10<sup>a</sup> + CR10<sup>b</sup> + CR10<sup>c</sup>): 0,2.**

**Tabela 3.1-10. Terras Indígenas e Projetos de Assentamento Interceptados pelos Traçados da BR 101/ES.**

Traçado		Interceptação de Terras Indígenas	Pontuação (CR10 <sup>a</sup> )	Interceptação de Comunidades Quilombolas	Pontuação (CR10 <sup>b</sup> )	Interceptação de Projetos de Assentamento	Pontuação (CR10 <sup>c</sup> )
Referencial		0	---	0	---	2 (PA Rancho Alegre, PA Nova Safra)	---
Alternativas	I	0	3	0	3	2 (PA Rancho Alegre, PA Nova Safra)	1

Traçado		Interceptação de Terras Indígenas	Pontuação (CR10 <sup>a</sup> )	Interceptação de Comunidades Quilombolas	Pontuação (CR10 <sup>b</sup> )	Interceptação de Projetos de Assentamento	Pontuação (CR10 <sup>c</sup> )
Alternativas	II	0	3	0	3	2 (PA Rancho Alegre, PA 33Nova Safra)1	1
	III	0	3	0	3	2 (PA Rancho Alegre, PA Nova Safra)	1

r) Custo Financeiro Total das Obras – Como o custo total da obra está diretamente relacionado com a quantidade de obras de arte especiais (viadutos, pontes e túneis), bem como a extensão total do traçado e a definição do Projeto Executivo do empreendimento, este critério não foi considerado. Esta informação estará disponível no Projeto Executivo.

s) Menor Interceptação e/ou Proximidade de Unidades de Conservação de Proteção Integral (Federais, Estaduais e Municipais) e Respectivas Zonas de Amortecimento ou Área Circundante – 3 km – Resolução CONAMA 428/2010 – de acordo com a Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC nº 9.985 /2000, as Unidades de Conservação (UC) de Proteção Integral têm como objetivo básico à preservação da natureza, sendo admitido o uso indireto (p.ex.: pesquisa e visitação pública apenas para fins educacionais) dos recursos. Com base nas alternativas estudadas, o empreendimento interceptará, no máximo, a zona de amortecimento de duas UCs de Proteção Integral: Monumento Natural o Frade e a Freira e Monumento Natural Serra das Torres (Tabela 3.1-11).

**Tabela 3.1-11. Unidades de Conservação de Proteção Integral Interceptadas pelo Projeto Referencial e pelas Alternativas Locacionais da BR 101-ES.**

Traçado		Interceptação de UCs de Proteção Integral	Pontuação (CR11 <sup>a</sup> )	Interceptação de Zonas de Amortecimento (10 Km)	Pontuação (CR11 <sup>b</sup> )
Referencial		0	---	2 (Monumento Natural o Frade e a Freira, Monumento Natural Serra das Torres)	---
Alternativas	I	0	3	2 (Monumento Natural o Frade e a Freira, Monumento Natural Serra das Torres)	2
	II	0	3	2 (Monumento Natural o Frade e a Freira, Monumento Natural Serra das Torres)	2
	III	0	3	2 (Monumento Natural o Frade e a Freira, Monumento Natural Serra das Torres)	2

Este critério foi subdividido em interceptação de UCs de Proteção Integral (CR11<sup>a</sup>) e interceptação das Zonas de Amortecimento das UCs da mesma categoria (CR11<sup>b</sup>).

Como em todas as opções de traçado nenhuma Unidade de Conservação de Proteção Integral será interceptada, todas as alternativas receberam a pontuação máxima (3), contudo, salienta-se que todos os traçados cruzam seus limites em locais específicos, sempre procurando minimizar os impactos ambientais negativos.

Para as Zonas de Amortecimento, a pontuação média (2) foi considerada para todas as alternativas, já que interceptam a zona de amortecimento de 2 UCs. **O peso na pontuação final (CR11<sup>a</sup> + CR11<sup>b</sup>): 0,05.**

### **Cálculo do Método de Valoração das Alternativas**

A seguir é apresentada tabela com peso e pontuação dos critérios utilizados neste estudo em cada alternativa do traçado.

**Tabela 3.1-12. Pontuação e Peso dos Critérios Considerados no Método de Valoração das Alternativas do Traçado da BR 101/ES**

Código	Critério	Traçados			Peso
		Alternativas			
		I	II	III	
CR1	Extensão do Traçado	2	3	1	0,05
CR2	Menor Área Total de Supressão de Vegetação Nativa	3	1	2	0,05
CR3	Menor Interferência/Supressão/Ocupação de APP	2	1	3	0,05
CR4 <sup>a</sup>	Número dos Remanescentes Florestais Fragmentados	2	3	3	0,05
CR4 <sup>b</sup>	Extensão dos Remanescentes Florestais Fragmentados	3	1	2	0,05
CR5	Interferência sobre Corredores Ecológicos	3	3	3	0,15
CR6	Número de Interceptações e Transposição de Corpos Hídricos	2	1	3	0,10
CR7	Menor Extensão de Transposição de Áreas de Várzeas/Baixadas	3	1	2	0,10
CR8 <sup>a</sup>	Número de UCs de Uso Sustentável Interceptadas	3	3	3	0,025
CR8 <sup>b</sup>	Número de Zonas de Amortecimento Interceptadas	3	3	3	0,025
CR9	Extensão de Áreas Prioritárias para Conservação Interceptadas	2	3	3	0,10
CR10 <sup>a</sup>	Número de Terras Indígenas Interceptadas	3	3	3	0,05
CR10 <sup>b</sup>	Número de Comunidades Quilombolas Interceptadas	3	3	3	0,05
CR10 <sup>c</sup>	Número de Projetos de Assentamento Interceptados	1	1	1	0,10
CR11 <sup>a</sup>	Número de UCs de Proteção Integral Interceptadas	3	3	3	0,025
CR11 <sup>b</sup>	Número de Zonas de Amortecimento Interceptadas	2	2	2	0,025
TOTAL					1,0

Valor da Pontuação Final:

Alternativa I: VPFA = 2,425

Alternativa II: VPFA = 2,075

Alternativa III: VPFA = 2,475

De acordo com a metodologia proposta, constata-se que a Alternativa III obteve a melhor pontuação (2,475) com relação às características socioambientais.

Encontra-se neste estudo um Caderno de Mapas, onde se pode encontrar o Mapa das Alternativas de Traçado que complementam este capítulo como já mencionado anteriormente.

### **3.1.1 Gerais**

Os estudos de traçado realizados até então têm, entre um dos seus objetivos, a escolha do lado mais adequado do ponto de vista de viabilidade técnico-financeiro, para duplicação da rodovia existente, sempre observando as seguintes premissas:

- Busca do equilíbrio entre cortes e aterros - compensação de massas - menor custo;
- Busca dos locais mais favoráveis para cortes e aterros - escolha do melhor lado para duplicação, observando inclusive aspectos ambientais como a proximidade de corpos hídricos e áreas de proteção;
- Correção geométrica das curvas com raios pequenos;
- Correção das curvas nos trechos de transposição de lado da duplicação;
- Eventuais variantes fugindo da faixa de domínio; e
- Minimização de impactos em áreas urbanizadas.

Entretanto cabe ressaltar que nessa etapa do projeto (Estudo de Traçado), dada a carência de informações mais precisas disponíveis nesse momento, fazem com que as escolhas que porventura sejam feitas hoje, a luz das informações disponíveis, poderão ser revistas, nas outras fases do Projeto Básico e Executivo, na medida em que se aprofundarem o grau de conhecimento na região, seja por aspectos topográficos seja por questões geológico-geotécnicas.

O traçado proposto buscou assim, na medida do possível amoldar-se geometricamente ao traçado existente, observando-se os acidentes geográficos, condições geológico-geotécnicas e minimizando eventuais impactos ambientais que porventura possam existir.

### **Caracterização Geológico-Geotécnica**

No que se referem aos aspectos geomorfológicos, o estudo geológico-geotécnico descreve que a partir do município de Anchieta a *“Unidade Geomorfológica de ocorrência são os Tabuleiros Costeiros e a Unidade Geológica é o Grupo Barreiras, a litologia é sedimentar, representada principalmente por arenitos e argilitos”*. Como consequência dessa formação, tais *“sedimentos dos Tabuleiros Costeiros são provenientes da ação do intemperismo e erosão atuantes nas áreas interioranas de relevo cristalino, com posterior transporte e deposição dos mesmos por parte das águas correntes formando os depósitos sedimentares”*. Nesse sentido a escolha do traçado teve como objetivo avaliar as alternativas visando

minimizar os eventuais custos da futura obra de duplicação, e, portanto, tomou como premissa a transposição dessas áreas sedimentares com o menor impacto possível.

Já a partir do município de Mimoso do Sul o estudo aponta que a região “insere-se na Unidade Geológica Complexo Paraíba do Sul e na Geomorfológica Patamares Escalonados do Sul Capixaba”. Em face disso na região predominam os “pontões rochosos”, em decorrência de intenso processo de intemperismo, provocando a “desintegração e decomposição das rochas, *in situ*, com atuação da pressão e temperatura ambiente” elevando a um grau de fraturamento e fraturas, o que tornam os cortes, nesses materiais, suscetíveis ao fenômeno de queda de blocos.

Em resumo, as feições geomorfológicas e topográficas da região levaram às seguintes preocupações no momento da escolha do traçado:

- Ocorrências de região de baixadas, associado às áreas de influência de córregos e rios, com forte presença de solos de deposição (sedimentares) com presença de nível d’água elevado e solos de baixa capacidade de suporte;
- Regiões onduladas com presença de rochas fraturadas, blocos de rochas imersos em solos de alteração, rochas sã, entre outras ocorrências; e

O traçado da rodovia existente apresenta em alguns trechos uma forte sinuosidade algumas vezes associado a cortes entre 30 a 40 metros de altura.

### **3.1.2 Alternativas Específicas ou Locais**

- Entroncamento da BR 262 até o município de Iconha/ES

Essas características do estudo do traçado permitem que se tenha uma clara visualização dos elementos do projeto, permitindo que se identifiquem cada ponto estudado e qual a solução adotada.

Abaixo a simbologia de cores representando os principais elementos de projeto: eixo da rodovia existente, eixo projetado, bordo existente, bordo duplicação e bordo transposição estão representados conforme a Figura 3.1-1 de legenda seguinte. Tal simbologia será adotada para as figuras deste item 3.1.2 Alternativas Específicas ou Locais.

Bordo Existente	
Eixo Existente	
Bordo Projetado	
Eixo Projetado	

**Figura 3.1-1. Legenda do projeto**

O estudo do traçado inicia-se no entroncamento da BR 101 com a BR 262, localizando-se a aproximadamente 22 Km da cidade de Vitória-ES, compreendendo o trecho do km 302+700, no sentido norte-sul, até o Km 371+400 na direção do Estado do Rio de Janeiro.

Para o estudo de traçado, adotou-se um eixo, considerando-se o meio do canteiro central da duplicação, que parte da interseção com a BR 262 e se desenvolve na direção norte-sul:

- Do km 0+000 até o km 2+300 (Km 305 da rodovia), optou-se pela duplicação no lado direito da rodovia existente, visando melhorar a geometria;
- No Km 2+300 é feita a transposição da duplicação para o lado esquerdo melhorando a geometria da curva bem como diminuindo a interferência com a região urbana do Município de Viana, desenvolvendo-se até o Km 10+300.

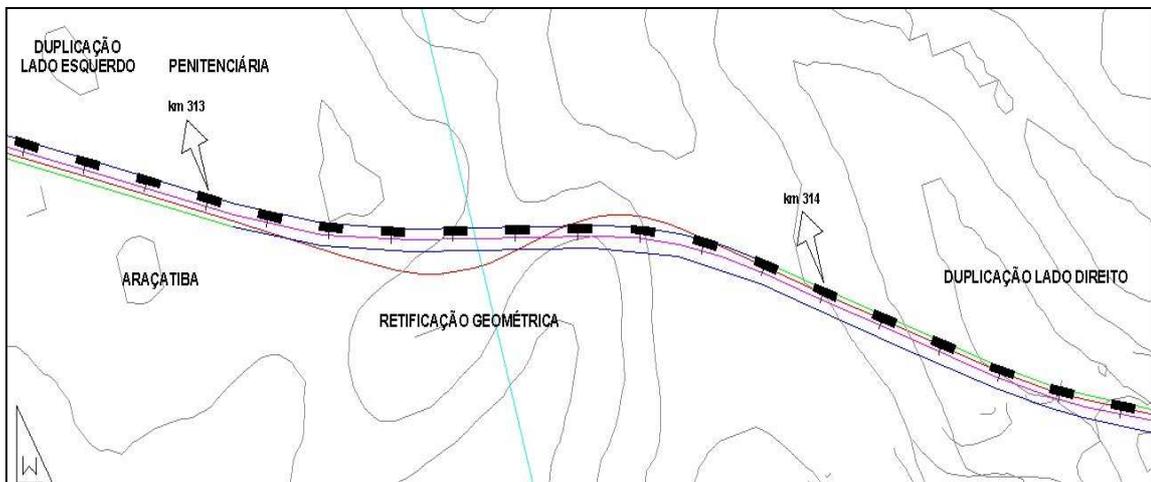


**Figura 3.1-2. Km 3+300 (Km 306)**



**Figura 3.1-3. Km 4+500 (Km 307)**

- Do Km 10+300 (Km 313) ao Km 11+300 (Km 314), é proposta uma Retificação Geométrica com a finalidade de enquadrar a rodovia na classe da duplicação.



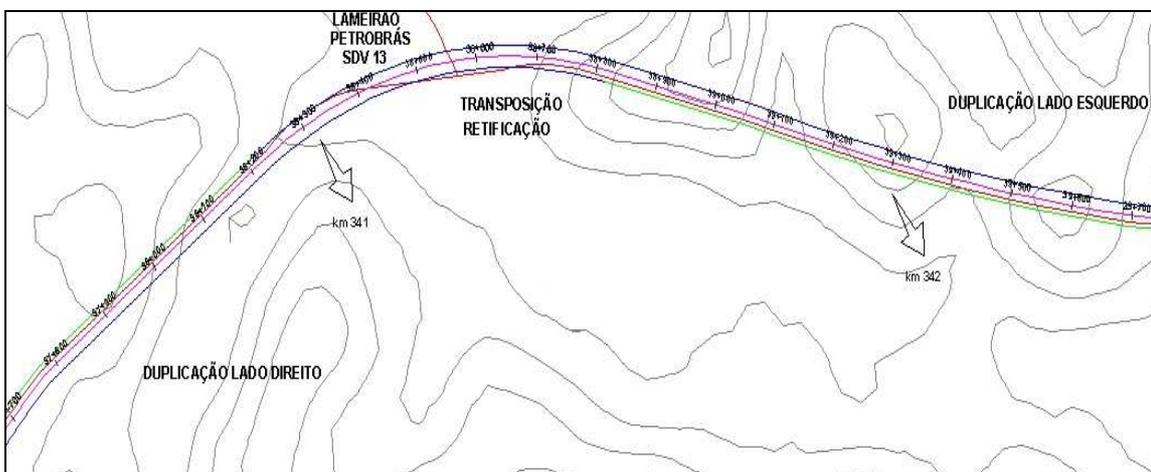
**Figura 3.1-4. Retificação geométrica**

- Do Km 11+300 ao Km 15+900 a duplicação se dá no lado direito, evitando proximidade com moradias, bem como recursos hídricos.

- No Km 16+000 é feita a transposição para o lado esquerdo, melhorando-se a geometria da curva existente, evitando-se a proximidade com área urbana. O traçado desenvolve-se deste lado até o Km 29+900.

- No km 30+000 é feita a transposição da duplicação para o lado direito, estendendo-se até o Km 38+400 evitando assim intervenção em áreas alagadas e proximidade com áreas ocupadas.

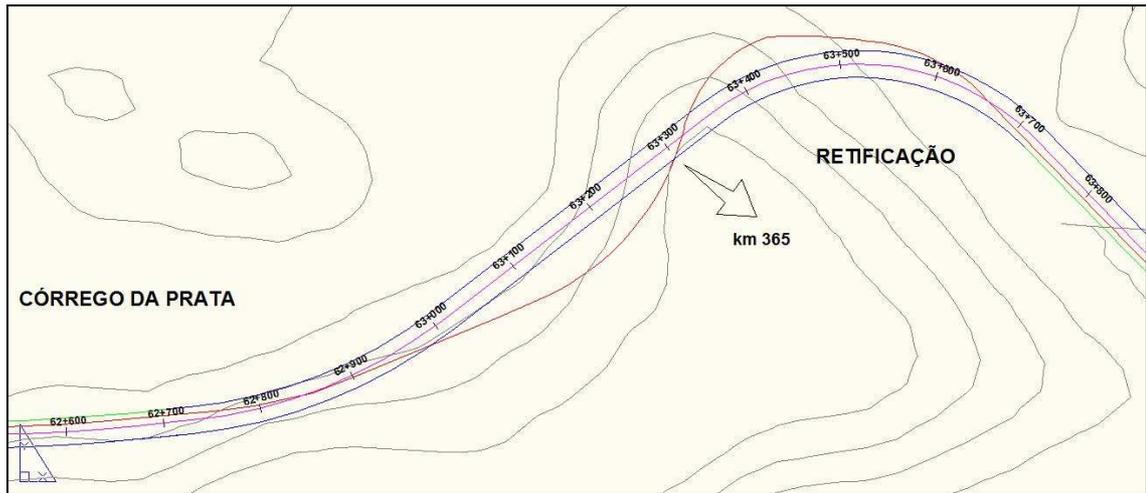
- No Km 38+400 é feita a transposição para o lado esquerdo e retificação da curva, no Km 41 (Km343). A melhor solução devido à ocupação ainda é pelo lado esquerdo, até o Km 42+700.



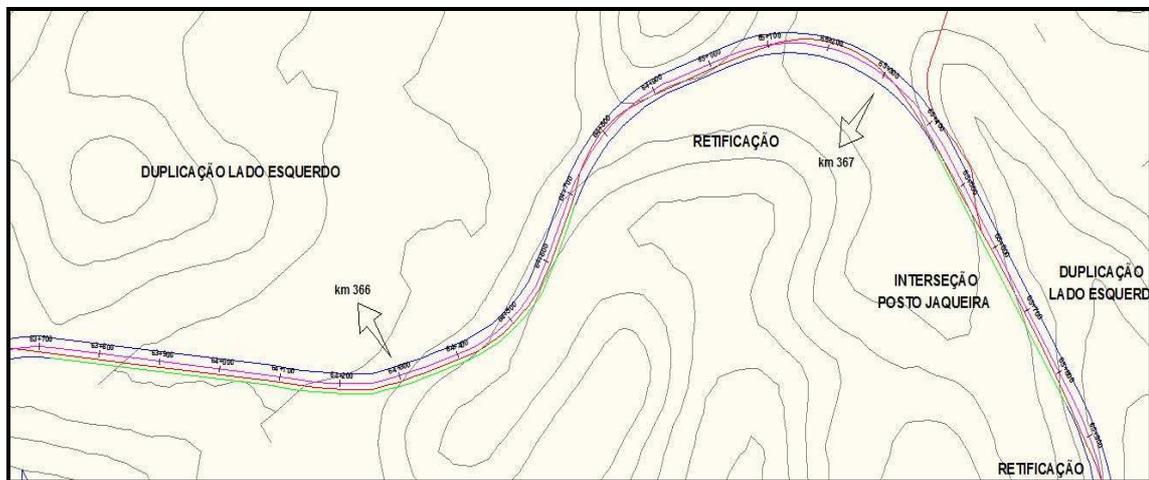
**Figura 3.1-5. Duplicação lado esquerdo**

- No Km 42+700 é feita a transposição para o lado direito visando à melhoria geométrica das duas curvas seguintes até o Km 44+800.

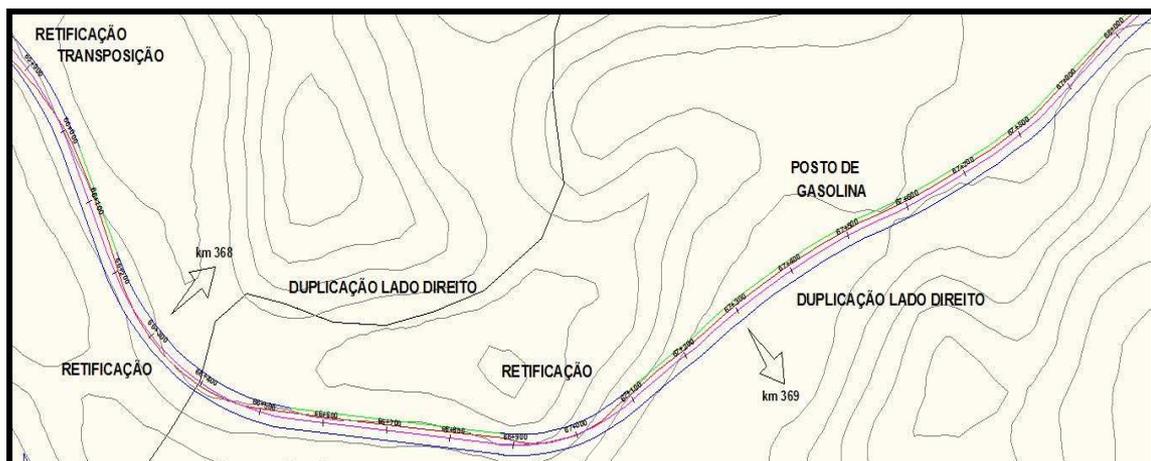




**Figura 3.1-8. Mostrando duplicação nos dois lados**



**Figura 3.1-9. Duplicação e retificação**



**Figura 3.1-10. Duplicação lado direito**

- Do Km 67+100 até o Km 68+600 a duplicação ocorre pelo lado direito.

#### Variante Iconha/ES

O contorno ao centro urbano da cidade de Iconha terá início no km 68+100 ao norte da cidade e se estenderá até o km 74+800 ao sul da cidade, percorrendo 6,7 km sobre uma área já antropizada.

A duplicação da BR-101/ES nesse trecho irá transpor um relevo predominantemente de colinas, separados por planícies de sedimentação, áreas de pastagem, reflorestamento e algumas lavouras sem muita expressão comercial. Foram identificados pequenos fragmentos de vegetação que resistiram ao desmatamento, sendo que essas pequenas áreas de vegetação serão preservadas pela implantação do novo traçado.

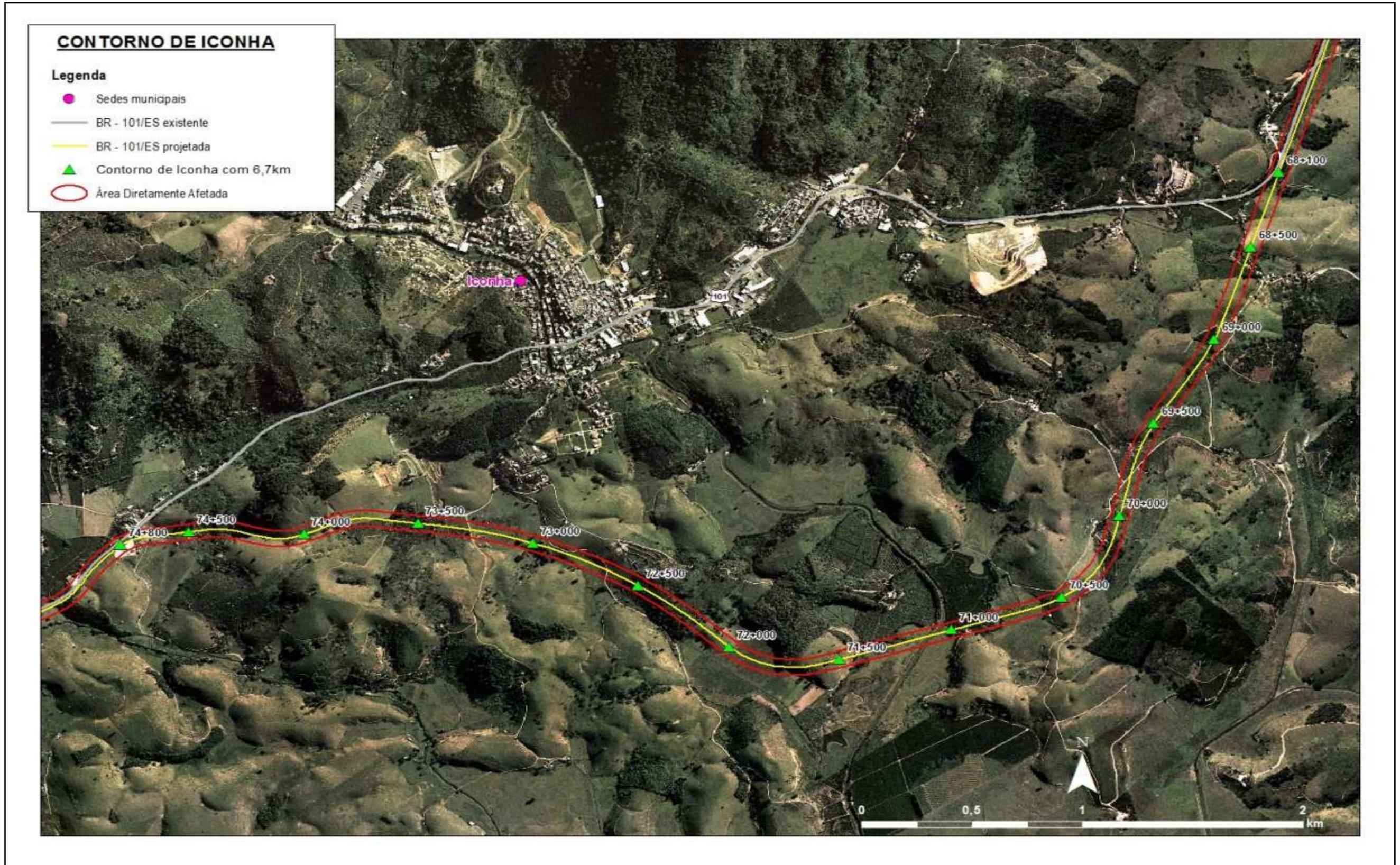


Figura 3.1-11. Contorno de Iconha

### Segmento do Município de Iconha/ES até a divisa dos Estados ES/RJ

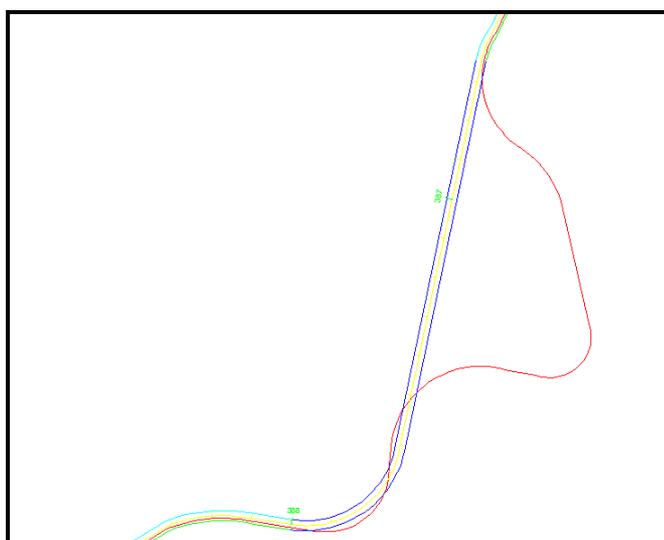
O traçado estudado parte do km 378, no sentido norte-sul, em direção à divisa dos estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro.

- Entre o km 378 até o km 390 observam-se trechos de traçado muito sinuosos conforme se pode constatar na imagem abaixo, com raios de curva que limitam a velocidade diretriz da rodovia e, portanto, poderão exigir adequações no seu traçado para atingir as condições operacionais estabelecidas. Na porção final desse trecho há o entroncamento da BR-101 com a ES-487.



**Figura 3.1-12. Trecho entre o km 378 ao Km 390**

Nessa região a solução vislumbrada foi de correção geométrica das curvas de raio pequeno conforme se pode verificar na figura 3.3-12 abaixo.

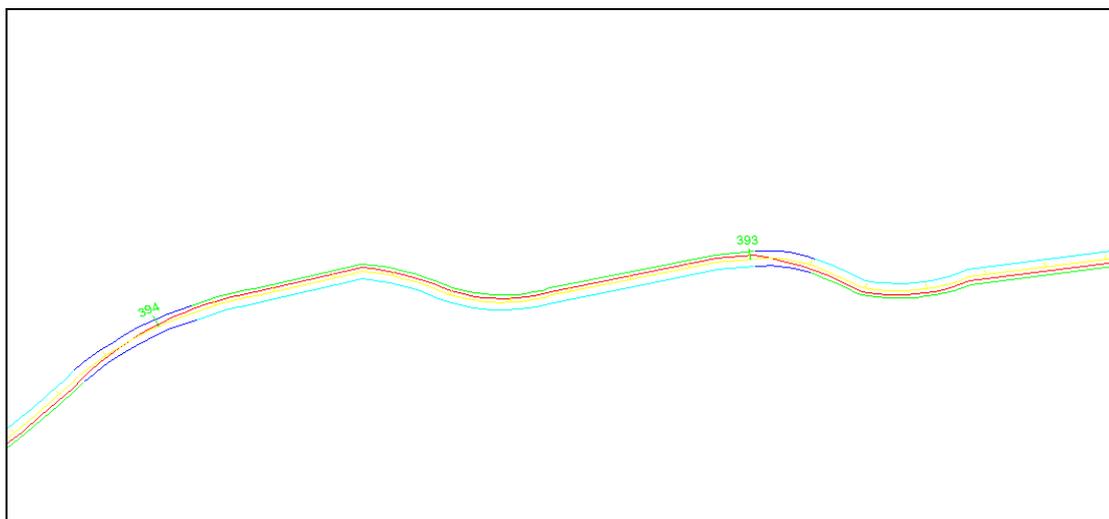


**Figura 3.1-13. Correção geométrica nas proximidades da estaca 387**

- O traçado se desenvolve em direção até atingir a cidade de Rio Novo do Sul, trecho em que se deve uma atenção especial no momento de escolha do traçado, em face das ocupações existentes às margens da rodovia, conforme mostrado na Figura 3.1-14. Uma das alternativas é a escolha da duplicação da via pela esquerda.



**Figura 3.1-14. Trecho da BR-101/ES próximo a Rio Novo do Sul - km 393 a 394**

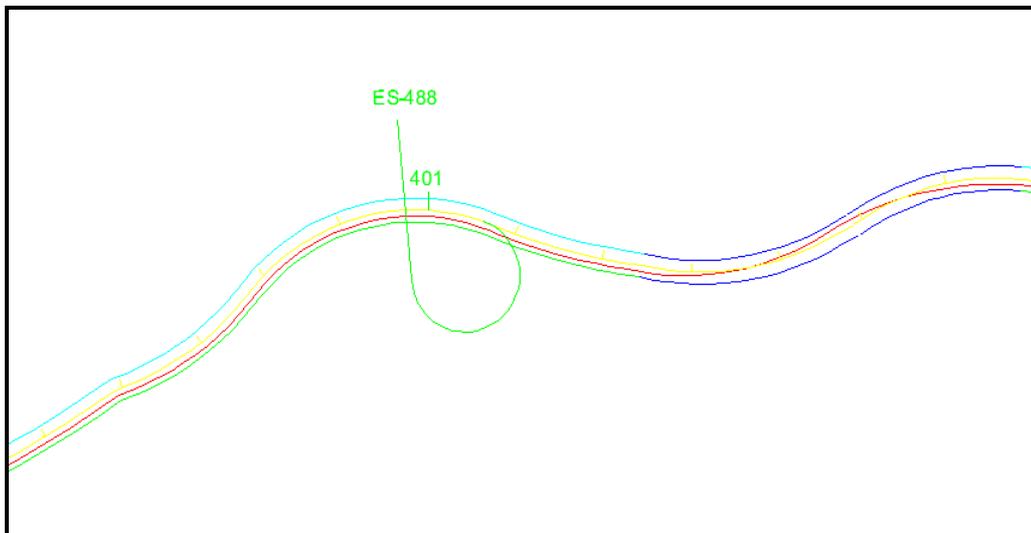


**Figura 3.1-15. Solução adotada próximo a Rio Novo do Sul, pelo lado esquerdo, para evitar interferência com a área urbana.**

- Nas proximidades do km 402 o entroncamento com a ES-488, que se dá por meio de viaduto, o qual deverá ser alargado para suportar a duplicação da rodovia. O traçado estudado contemplou todos os entroncamentos existentes no referido trecho.

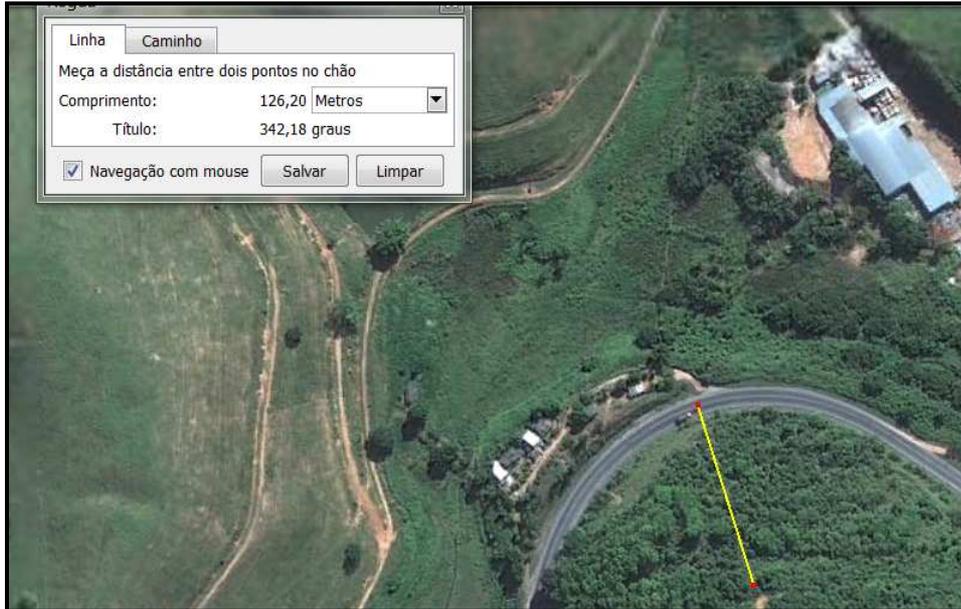


**Figura 3.1-16. Trecho BR-101 ES (entroncamento com ES-488, viaduto existente), km 402**



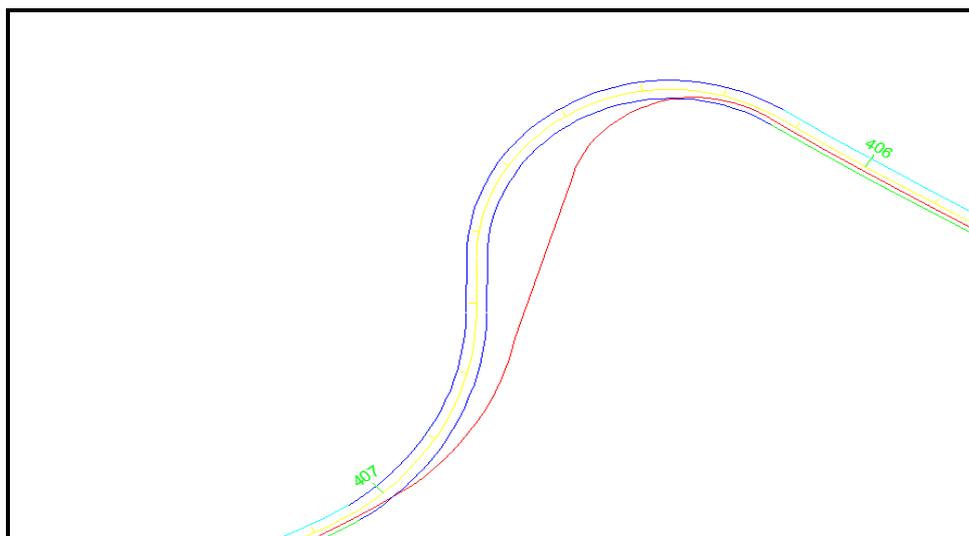
**Figura 3.1-17. Trecho BR-101 ES (entroncamento ES-488, viaduto existente), km 402**

- Após o entroncamento da ES 488 o traçado segue em direção ao sul, e ante a ocorrência de uma topografia muito ondulada formando feições que lembram por vez, um “mar de morros” levou à escolha em alguns trechos, de uma rodovia com forte sinuosidade, conforme pode ser mostrado na figura abaixo. Essa configuração exigiu correções geométricas no traçado da rodovia existente, para implantação da duplicação.



**Figura 3.1-18. BR-101/ES indicando forte sinuosidade, km 406 e 407**

- Juntamente com o traçado sinuoso temos a ocorrência de formações em cortes com presença de matacões que merecem atenção especial, quando das obras de infraestrutura,



**Figura 3.1-19. BR-101/ES indicando forte sinuosidade, km 406 e 407**

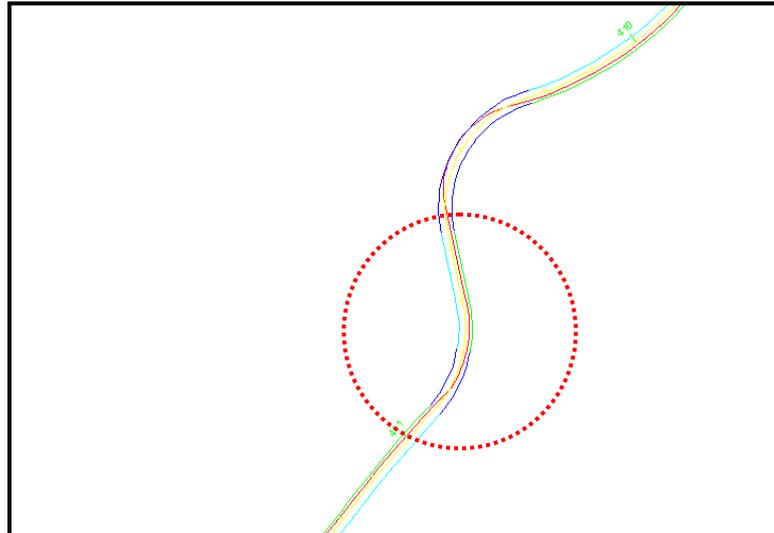


**Foto 3.1-1. Corte com presença de matacões, km 410**

- Nas proximidades com o Rio Itapemirim o traçado se desenvolve próximo ao rio conforme mostrado na figura 3.3-19, e nesse sentido foi dada atenção especial para a escolha do lado com vistas à duplicação, evitando-se a aproximação com o curso d'água.



**Foto 3.1-2. Proximidade do traçado com o Rio Itapemirim, km 411**

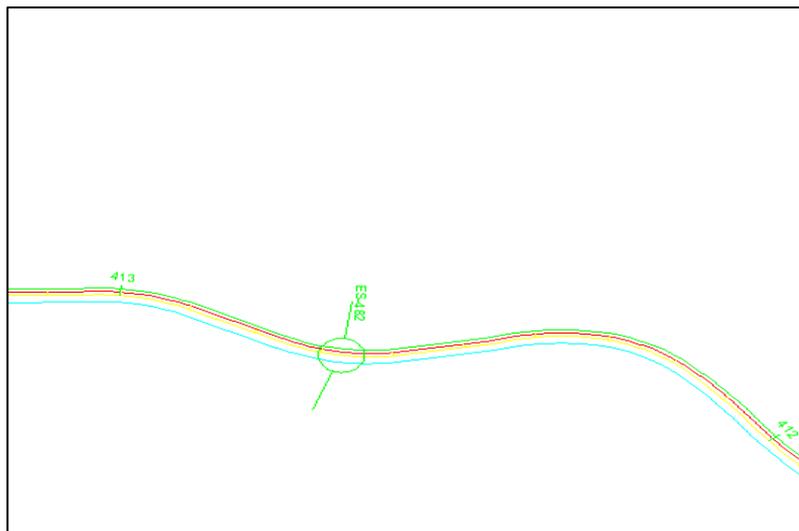


**Figura 3.1-20. Escolha do traçado procurou afastar-se do curso d'água**

- Por volta do km 414 alcança-se o entroncamento com a ES- 482 que dá acesso à cidade de Cachoeiro de Itapemirim, sendo que o espaço para a implantação da duplicação considerou as ocupações às margens da rodovia e o trevo de acesso da ES-482, conforme mostrado na figura 3.3-21.



**Figura 3.1-21. Acesso à cidade de Cachoeiro de Itapemirim, km 413**



**Figura 3.1-22. Estudo do traçado considerando o acesso à cidade de Cachoeiro de Itapemirim**

- A partir desse trecho o traçado se desenvolve de forma mais suave, sem maiores problemas geomorfológico conforme pode ser mostrado na foto a seguir. Essa região passa pelos entroncamentos da ES 162 e ES 489.



**(A)**



**(B)**

**Foto 3.1-3. Região mais suave – entre km 415 a 445**

- A partir do km 445 passa a exigir algumas correções geométricas no traçado em função de raios de curvas pequenos existentes na rodovia, conforme pode ser visto na figura 3.3-23 abaixo, no exemplo do acesso à ES-391.

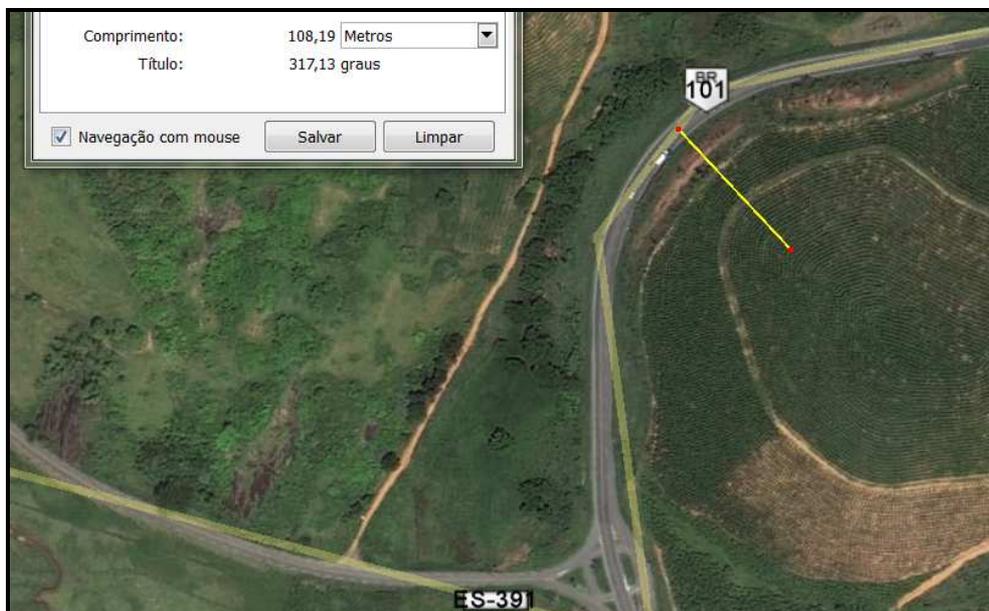


Figura 3.1-23. Região ondulada, acesso à ES-391 necessitando correção geométrica (km 447)

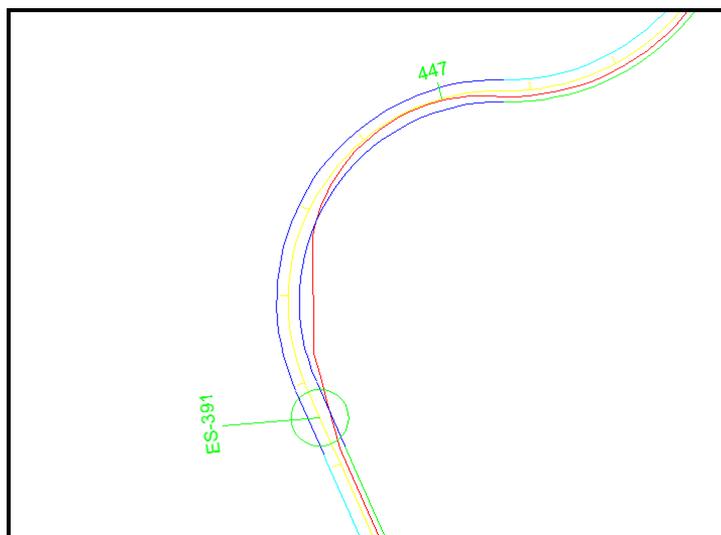


Figura 3.1-24. Correção geométrica proposta junto ao km 447

- Por fim o traçado alcança a divisa do Estado do Espírito Santo e Rio de Janeiro, nas proximidades do km 460.

### 3.1.3 Não Realização do Empreendimento

O desenvolvimento de uma região requer concentração de esforços na modernização de sua infraestrutura, da mesma forma que nas empresas as operações logísticas são fundamentais para a sua competitividade. A ausência de tais esforços corresponde a renunciar a uma participação relevante no cenário econômico nacional ou internacional, conforme a região, ou

mesmo inviabilizar negócios locais, devido aos custos mais elevados impostos às diversas cadeias de produção.

Por sua condição geográfica, a infraestrutura logística do Estado do Espírito Santo foi quase sempre concebida como corredor de escoamento para produtos oriundos de unidades federativas vizinhas na área de influência de seus portos. O objetivo, agora, é fazer com que as políticas de Governo sejam orientadas para a exploração dessa localização privilegiada, a fim de atrair investimentos industriais voltados para o mercado mundial, além de manter a infraestrutura de apoio aos corredores existentes.

A rodovia BR 101, também denominada Translitorânea, é uma rodovia federal longitudinal. Inicia-se na cidade de Touros – RN e seu final se encontra nas proximidades do Arroio Chuí – RS, atravessando 12 Estados brasileiros. Oficialmente a BR 101 é denominada Rodovia Governador Mario Covas.

O trecho em estudo da BR 101/ES é pavimentado, quase que exclusivamente em pista simples, com 3,5 m de largura, o acostamento com 2,5 m e a drenagem ocupa faixa de 0,6 m. Não existe controle de acesso, as conversões e retornos encontram-se liberados, as interseções não apresentam padronização, em extensão considerável o acostamento encontra-se degradado, as travessias urbanas não receberam tratamento adequado e as condições gerais de segurança e fluidez deixam a desejar. O volume de tráfego é significativo, com elevada participação de veículos de carga.

Esta rodovia, após duplicada, deverá se enquadrar como de Classe I, com pista dupla, desenvolvendo-se em região ondulada, com controle parcial de acesso, de acordo com as “Normas para o Projeto Geométrico de Rodovias”, do DNIT. Conseqüentemente deverão ser atingidos os seguintes benefícios fundamentais:

- Redução do índice de acidentes;
- Compatibilização dos acessos e interseções existentes ao padrão estabelecido;
- Redução do custo do transporte como consequência direta das melhorias das condições de operação.
- Redução dos custos do tempo de viagem de passageiros e do tempo de entrega de mercadorias.

Com a não duplicação da rodovia em estudo, estima-se que a precariedade das condições de tráfego existentes deva continuar e até mesmo piorar em função do aumento do fluxo de veículos, crescimento e adensamento da população humana, notadamente nas sedes urbanas transpassadas pela BR 101/ES. Outro agravante corresponde à deterioração natural

das condições da rodovia existente cuja qualidade sofrerá cada vez mais em função do aumento do uso intensivo dessa rodovia e pelos intemperismos a que essa está exposta.

Assim, essa opção limitaria o desenvolvimento econômico e social da região influenciada pelo empreendimento visto que o fortalecimento da infraestrutura de transporte é elemento fundamental para o escoamento da produção dos municípios envolvidos.

### 3.2 ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS

Em seu percurso total no Estado do Espírito Santo, a BR-101 é formada por 40 trechos homogêneos segundo o PNV – Plano Nacional de Viação. A tabela abaixo apresenta os trechos inseridos na área de estudo do empreendimento, totalizando 16 trechos:

**Tabela 3.2-1. Trechos da BR-101/ES na Área de Influência do Empreendimento**

Código	Km Inicial	Km Final	Extensão	Local de Início e Fim
101BES2390	302,7	318,8	16,10	Entroncamento BR 262 (B) – Entroncamento ES 388
101BES2395	318,8	319,0	0,20	Entroncamento ES-388 – Entroncamento ES-477 (para Praia do Sol)
101BES2397	319,0	333,1	14,10	Entroncamento ES-477 (para Praia do Sol) – Entroncamento ES-480 (para Guarapari)
101BES2410	333,1	341,3	8,20	Entroncamento ES-480 (para Guarapari) – Entroncamento ES-481
101BES2420	341,3	352,6	11,30	Entroncamento ES-481 – Entroncamento ES-146(A) (Jabaquara)
101BES2430	352,6	355,8	3,20	Entroncamento ES-146(A) (Jabaquara) – Entroncamento ES-146(B) (para Alfredo Chaves)
101BES2450	355,8	368,6	12,80	Entroncamento ES-146(B) (para Alfredo Chaves) – Entroncamento ES-375(A) (para Piúma)
101BES2470	368,6	375,1	6,50	Entroncamento ES-375(A) (para Piúma) – Entroncamento ES-375(B) (Iconha)
101BES2490	375,1	390,1	15,0	Entroncamento ES-375(B) (Iconha) – Entroncamento ES-487 (Rio Novo do Sul)
101BES2510	390,1	400,4	10,30	Entroncamento ES-487 (Rio Novo do Sul) – Entroncamento ES-289
101BES2530	400,4	412,0	11,60	Entroncamento ES-289 - Entroncamento BR-482/ES-490 (Safra)
101BES2550	412,0	419,0	7,00	Entroncamento BR-482/ES-490 (Safra) - Entroncamento ES-162 (para Presidente Kennedy)
101BES2570	419,0	424,5	5,50	Entroncamento ES-162 (para Presidente Kennedy) - Entroncamento ES-489 (para Atílio Vivácqua)
101BES2590	424,5	445,5	21,0	Entroncamento ES-489 (para Atílio Vivácqua) – Entroncamento ES-391 (para Mimoso do Sul)
101BES2610	445,5	455,0	9,50	Entroncamento ES-391 (Para Mimoso do Sul) – Entroncamento ES-297
101BES2630	455,0	458,4	3,40	Entroncamento ES-297 – Divisa ES/RJ

Fonte: Plano Nacional de Viação (DNIT)

A BR 101/ES é uma rodovia de Classe IB<sup>1</sup>, com 458,4 km de extensão total no Estado do Espírito Santo, sendo 91,9 km em perímetros urbanos. As travessias urbanas de maior

<sup>1</sup> Rodovia de pista simples, projetada para 10 anos, para um limite inferior de tráfego de 200 veículos horários bidirecionais ou um volume médio diário bidirecional de 1400 veículos mistos e para um limite superior igual ao requerido no caso da classe I-A.

extensão são da Região Metropolitana de Vitória, que tem 47,6 km, e a de Linhares com 12,4 km (que não estão inseridas na área de influência do empreendimento). Após as obras de adequação de capacidade, segurança e restauração da BR 101/ES a rodovia será enquadrada na Classe IA.

**Tabela 3.2-2. Critério de Classificação de Rodovias**

Classe do Projeto	Características	Critério de Classificação Técnica	Velocidade de Projeto por Região (Km/h)		
			Plana	Ondulada	Montanhosa
<b>0</b>	Via Expressa – controle total de acesso	Decisão Administrativa	120	100	80
<b>I</b>	<b>A</b> Pista Dupla – Controle parcial de acesso	O volume de tráfego previsto reduzirá o nível de serviço em uma rodovia de pista simples, abaixo do nível “C”	100	80	60
	<b>B</b> Pista simples	Volume horário de projeto VHP $\square$ 200 Volume médio diário VMD $\square$ 1400			
<b>II</b>	Pista Simples	Volume médio diário VMD 700 - 1400	100	70	50
<b>III</b>	Pista simples	Volume médio diário VMD 300-700	80	60	40
<b>IV</b>	Pista simples	Volume médio diário VMD $\square$ 300	80-60	60-40	40-30

Fonte: DNIT

Em termos de obras de arte especiais a BR-101/ES, em toda a sua extensão no Estado, possui 72 Obras de Arte Especiais (OAEs) sendo: 44 pontes, 2 pontes-Tunnel Liner, 2 passagens inferiores-Tunnel Liner, 1 túnel duplo-passagem superior, 1 viaduto , 5 viadutos-passagem superior, 6 passagens inferiores–via férrea, 5 passagens inferiores, 1 passagem inferior–acesso à Vitória e 5 passarelas (DNIT, 2010).

As técnicas de construção de estradas existentes atualmente favorecem a duplicação de uma obra com um menor custo orçamentário e ambiental, proporcionando melhor qualidade à estrutura estradal. A aplicação de determinadas alternativas tecnológicas considera a viabilização da obra em compatibilidade com a preservação do meio ambiente, segurança das comunidades lindeiras e usuários da rodovia.

A seguir serão apresentadas algumas medidas construtivas que poderão/deverão ser utilizados na etapa de implantação do empreendimento, representando metodologias construtivas menos impactantes<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> As obras de arte especiais, atividades e ações, localização de canteiros de obras e áreas de empréstimo, bem como as tecnologias a serem implantadas pelas empresas construtoras estarão especificadas no Projeto de Engenharia, após aprovação do DNIT.

### 3.2.1 A Infraestrutura e a Superestrutura Rodoviária

O conjunto da infraestrutura e da superestrutura rodoviária é a plataforma da rodovia. A infraestrutura rodoviária é definida como parte da construção de uma rodovia constituída pelo terrapleno e todas as obras situadas abaixo do greide do terrapleno.

A superestrutura da rodovia é constituída pelo pavimento, que se define como um sistema de camadas de espessuras finitas assentes sobre um semi-espaço considerado teoricamente como infinito e a infraestrutura ou terreno de fundação, o qual é designado de subleito. A figura xxx mostra a plataforma de uma rodovia, contendo a indicação dos seus principais elementos componentes ou a ela vinculados:

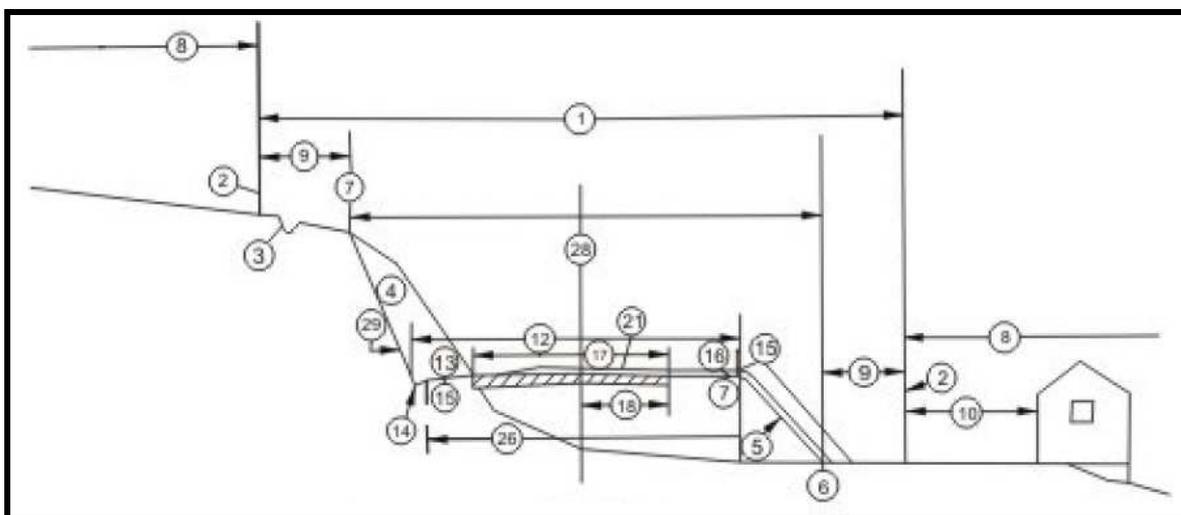


Figura 3.2-1. Seção Transversal de uma Estrada

(1) **Faixa de domínio** – é a faixa que se desapropria para a construção da estrada, prevendo uma largura suficiente que permita, no futuro, sua expansão, facilitando também a execução de serviços de manutenção e a proteção das obras. Para as obras de adequação da BR 101/ES será adotada a faixa de domínio de 40 metros (para cada lado da rodovia).

(2) **Vedo** – é o tapume da estrada para protegê-la contra a invasão de animais de certo porte e também fixar os limites da faixa de domínio, garantindo a sua posse. O vedado pode ser uma cerca de arame farpado, um muro de pedra arrumada ou uma cerca viva etc.

(3) **Valeta de proteção dos cortes** – é a valeta que se constrói entre a crista do corte e o limite da faixa de domínio, para desviar as enxurradas das encostas para fora da estrada. É uma auxiliar da sarjeta e sua construção evita que a sarjeta fique sobrecarregada. Em alguns casos, como nos cortes em rocha nua, é muitas vezes mais econômico construir muretas de proteção para conduzir as águas do que construir valeta.

(4) **Rampa do corte** – é a parte fortemente inclinada da seção transversal do corte. Se o corte é em seção plena, existem duas rampas. É também chamado de talude de corte.

(5) **Saia do aterro** – é a parte inclinada da seção transversal do aterro. Se o aterro é em seção plena, existem duas saias.

(6) **Pé do corte ou do aterro** – é o extremo inferior da rampa do corte, ou saia do aterro.

(7) **Crista do corte ou do aterro** – Crista do corte é a interseção da rampa do corte com o terreno natural. Quando a seção é toda em corte, existem duas cristas de corte, mas, se a seção é mista, há apenas uma crista de corte. Crista de aterro é a borda saliente da seção de uma estrada em aterro. Quando a seção é toda em aterro, existem duas cristas de aterro, mas, se a seção é mista, só há uma crista de aterro.

(8) **Terreno marginal** – é o terreno contíguo situado ao longo da faixa de domínio de uma estrada de rodagem.

(9) **Faixa marginal** – é cada uma das faixas de terreno compreendida entre a crista do corte e o limite da faixa de domínio, no caso da seção em corte, ou entre o pé do aterro e o limite da faixa de domínio, no caso da seção em aterro.

(10) **Recuo** – é a distância na qual se permitem construções estranhas à estrada, a contar do limite da faixa de domínio. É assunto regulamentado para cada estrada ou trecho de estrada.

(13) **Acostamento** – é a faixa que vai da borda do pavimento até a sarjeta, no caso da seção da estrada em corte, ou a faixa que vai da borda do pavimento até a crista do aterro, no caso da seção em aterro. Destina-se à proteção da borda do pavimento, estacionamento do veículo na estrada, pista de emergência, canteiro de serviço para a conservação da estrada, passeio para pedestre etc. Nas estradas de tráfego intenso, os acostamentos são também pavimentados.

(14) **Sarjeta** – é uma valeta rasa, com seção em V aberto, situada ao pé do corte e destinada a receber as águas pluviais da plataforma e da faixa que vai da valeta de proteção do corte até o pé do mesmo.

(15) **Banqueta de proteção do aterro** – é um prisma de terra que se constrói junto à crista dos aterros, para servir de anteparo às rodas dos veículos automotores, no caso de derrapagem, e também para impedir que as enxurradas corram pelos aterros altos, provocando erosão. Algumas situações dispensam a banqueteta, seja porque nos aterros altos se colocam dispositivos de proteção do veículo (defensas), seja porque as saias dos aterros são convenientemente gramadas para evitar a erosão etc.

(16) **Defensa** – é uma cerca baixa, robusta, com moirões de madeira de lei ou de aço, com pranchões ou chapas de aço corrugado dispostos na horizontal, pregados nos moirões do lado interno da estrada. São colocadas nas cristas de aterros altos (mais de 2,50 m de altura), em curvas perigosas, e destinam-se a impedir, num acidente, que o veículo saia da

plataforma da estrada, com consequências mais danosas para o veículo, passageiros ou cargas. Proporciona maior segurança para o tráfego.

**(17) Pista** – é a faixa pavimentada da estrada por onde trafegam os veículos automotores. As estradas de rodagem podem ter uma única pista (pista simples) ou duas pistas (pista dupla). No segundo caso, cada pista tem o tráfego num único sentido, permitindo maior segurança. No caso de pistas duplas, elas podem ser contíguas (paralelas) ou independentes. Na travessia de perímetro urbano, as estradas podem ter 4 pistas ou mais, sendo as duas externas destinadas ao tráfego local ou ao acesso a estrada.

**(18) Faixas de tráfego** – é a parte da pista necessária à passagem de veículo automotor típico. Cada pista deve ter, pelo menos, duas faixas de tráfego, a fim de permitir o cruzamento de dois veículos ou a passagem de um veículo pelo outro. No caso de transposição de serras, as estradas podem ter ainda uma faixa adicional, a 3ª faixa, destinada à subida de veículos lentos.

**(21) Plataforma** – é a faixa da estrada compreendida entre os dois pés dos cortes, no caso da seção em corte; de crista a crista do aterro, no caso da seção em aterro; e do pé do corte à crista do aterro, no caso da seção mista. No caso dos cortes, a plataforma compreende também a sarjeta.

**(23) Pistas duplas paralelas** – é o tipo de estrada de duas pistas construída com plataforma única. Neste tipo de estrada, as duas pistas são separadas fisicamente por uma faixa de terreno (canteiro central) geralmente com largura constante e convenientemente gramada e com cerca viva formada por arbustos. Entre as duas pistas pode, também, ser projetada barreira de concreto, para maior segurança do tráfego. Cada pista tem geralmente, uma única declividade, para fora, sendo a inclinação usual de 1,5% ou 2%.

**(28) Faixa terraplenada** – é a faixa correspondente à largura que vai de crista a crista do corte, no caso de seção plena em corte; do pé do aterro ao pé do aterro, no caso de seção plena em aterro; e da crista do corte ao pé do aterro, no caso da seção mista. É a área compreendida entre as linhas de —off-sets.

- **Outras definições:**

**Borda do pavimento** – é a beirada da pista, como o nome indica.

**Abaulamento** – é a inclinação transversal de cada trecho reto da seção transversal, sempre expresso em porcentagem. A seção transversal da pista de uma estrada de rodagem em tangente deve ser abaulada (convexa), para facilitar o escoamento das águas pluviais. A seção transversal é constituída de dois trechos retos simétricos em relação ao centro da pista, inclinados para cada margem, com uma ligeira concordância no vértice. Nas estradas pavimentadas, o abaulamento empregado é, em geral, de 1% a 3%, não devendo ir além de

3%, para não prejudicar a estabilidade do veículo. Nas estradas de pistas paralelas, o pavimento geralmente não é abaulado, pois cada pista tem inclinação transversal única, para permitir somente escoamento lateral das águas, no sentido da borda externa. Estender a denominação abaulamento para a inclinação deste tipo de pista é uma impropriedade, pois a superfície de cada pista é plana e não abaulada.

Superelevação ou sobrelevação – é a inclinação transversal da pista de uma estrada em curva, para fazer face à força centrífuga do veículo automotor em movimento. É sempre expressa em porcentagem. Pela norma do DNIT a superelevação varia de 2% a 10%, conforme o raio de curvatura da estrada. Vale notar que as normas citadas denominam a superelevação de inclinação transversal das curvas, fugindo ao critério geral do mundo ocidental que sempre emprega palavra correspondente à superelevação.

Superlargura – é o alargamento da estrada nas curvas, em relação à largura adotada nos trechos em tangente. Só se emprega nas curvas com pequenos raios de curvatura.

- **Elementos Adicionais Afins e Particularidades**

Corte – Segmento de rodovia em que a implantação requer escavação do terreno natural ao longo do eixo e no interior dos limites da seção transversal (off-set) que define o corpo estradal.

- Corte a céu aberto – escavação praticada na superfície do solo.

- Corte a meia encosta – escavação para passagem de uma rodovia, que atinge apenas parte de sua seção transversal.

- Corte em caixão – escavação em que os taludes estão praticamente na vertical.

Aterro – Segmento de rodovia, cuja implantação requer depósito de materiais proveniente de cortes e/ou de empréstimos no interior dos limites das seções de projeto (off-sets) que definem o corpo estradal.

- Aterro barragem – maciço de solo construído com a finalidade de transpor vales e, suplementarmente, reter volumes mais ou menos substanciais de água.

- Aterro hidráulico – aterro cujo material é levado ao local por meio de uma corrente de água, em tubos ou calhas.

Corpo do aterro – Parte do aterro situada do terreno natural até 0,60 m abaixo da cota correspondente ao greide da terraplanagem.

Camada final – Parte do aterro constituída de material selecionado, situada entre o greide da terraplanagem e o corpo do aterro.

Bota-fora – Local selecionado para depósito do material excedente resultante da escavação dos cortes.

Empréstimo – Local ou área de onde se escava solo para suprir deficiência ou insuficiência de material necessário à execução de aterro.

Talude escalonado – Talude em geral alto, em que se praticam banquetas com vistas à redução da velocidade das águas pluviais, para facilitar a drenagem e aumentar a estabilidade do maciço.

### **3.2.2 Terraplenagem**

Os trabalhos preliminares de terraplenagem compreendem a limpeza e desmatamento de áreas adjacentes à rodovia, onde serão executados os alargamentos de aterro, cortes, caminhos de serviço e eventuais desvios.

O Projeto de Terraplenagem tem por objetivo a determinação dos quantitativos de serviços de terraplenagem; a determinação dos locais de empréstimos e bota-foras; a caracterização precisa, em termos de todos os parâmetros geotécnicos dos materiais a serem utilizados; e, a apresentação de quadros de distribuição e orientação do movimento de terra.

Este estudo deve avaliar ainda as alternativas que se apresentem quanto à movimentação dos volumes de terraplenagem, de modo a ajustar, entre outras, as necessidades de empréstimos e bota-foras com disponibilidade de áreas para tal, levando ainda em conta os planos de urbanização e paisagismo existentes ou planejados, para compatibilização, além da proteção ao meio ambiente. Deve considerar também os solos moles, identificados e quantificados nos estudos geotécnicos definindo as soluções alternativas para construção de aterros sobre solos moles.

Na apresentação do Projeto Básico de Engenharia as atividades do Projeto de Terraplenagem estarão descritas e detalhadas para cada lote de construção.

- Jazidas/Áreas de Empréstimo

Denominam-se jazidas aquelas ocorrências para obtenção de cascalho e/ou outros materiais destinado ao revestimento da superfície de rolamento, bem como os materiais para aterro que estão localizadas ao longo e nas imediações da diretriz de implantação das estradas.

No caso de jazidas em exploração, deverão ser feitos contatos com os seus proprietários visando avaliar possíveis custos para aquisição dos materiais. Para o caso de jazidas a serem abertas, é condição para sua exploração, a obtenção de licenças especiais junto aos órgãos ambientais. Em ambos os casos, são passíveis pequenos projetos visando a recomposição ambiental e paisagística da jazida após sua exploração, com a interveniência direta das administrações municipais.

- Taludes de Corte

Na fase de projeto, deverão ser tomados cuidados especiais quanto às rampas dos taludes de corte, uma vez que uma parcela expressiva das estradas localizadas em regiões cujos solos são altamente erodíveis, os mesmos apresentam condições de elevada instabilidade. Nesse sentido, recomenda-se a adoção nos projetos, de rampas compatíveis com o ângulo de atrito interno destes solos, o que sugere a reconformação destes taludes em rampeamento contínuo ou através de banquetas. Além disso os trabalhos de adequação em regiões cujas estradas sejam objeto de estratégia técnica envolvendo a movimentação de volumes de terraplenagem, deve ser adequadamente ajustada às condições pluviométricas locais mais favoráveis ao início das obras. Na tabela abaixo, apresenta-se as rampas a serem adotadas para os taludes de corte, levando-se em conta diferentes alturas<sup>3</sup>:

Altura de Corte (metros)	Inclinação do Talude recomendado	Observações
H < 2,0	1H : 8 V	Talude contínuo *
2,0 < H < 3,0	1H : 4 V	Talude contínuo *
3,0 < H < 5,0	1H : 2 V	Talude contínuo *
5,0 < H < 8,0	1H : 1,5 V	Talude contínuo *
H > 8,0	1H : 1,5 V	Talude em banquetas **

\* Conformação do talude em rampa única;

\*\* Conformação do talude escalonado em banquetas

- Leiras e Aterros

As leiras dos corpos de aterro, dispositivos potencialmente importantes à sua perenização, deverão ser protegidas por gramíneas (como capim limão em mudas), ou por meio de outro revestimento vegetal indicado em projeto. Quanto aos taludes de aterro, de uma maneira geral, a inclinação dos mesmos obedecerá a razão de 1H : 1V, devendo igualmente serem revestidos com proteção vegetal adequada, em conformidade com as espécies recomendadas para tal finalidade.

### 3.2.3 Drenagem

O sistema de drenagem tem por objetivo a captação, a condução e o deságue, de forma rápida e eficiente das águas que, precipitando-se sobre a pista e/ou as áreas adjacentes, por infiltração ou escoamento superficial, podem comprometer o conforto e a segurança dos usuários e a durabilidade da rodovia. A ação das águas superficiais ou subterrâneas pode acarretar os seguintes efeitos nocivos à rodovia:

- a) Redução da resistência ao cisalhamento pela saturação dos solos;
- b) Variação de volume de alguns solos pelo umedecimento;

<sup>3</sup> Segundo Manual de Implantação Básica de Rodovias, 3ª Edição, DNIT 2010 (Publicação IPR-742).

- c) Destruição do atrito intergranular nos materiais granulares pelo bombeamento de lama do subleito;
- d) Produção de força ascensional no pavimento, devida às pressões hidrostáticas;
- e) Produção de força de arrastamento dos solos pelo fluxo a alta velocidade.

Para eliminar tais efeitos é indispensável que se tenha um sistema de drenagem eficiente: é fundamental que o Projeto de drenagem possua uma ampla abrangência e garantia da estabilidade da via a ser construída e, em consequência, estabeleça técnica e economicamente, o correto dimensionamento das obras de drenagem a serem implantados.

Assim, o Projeto de Drenagem tem por objetivo a definição da concepção respectiva, possibilitando a escolha das melhores soluções, através da análise dos elementos básicos condicionantes e o detalhamento das soluções eleitas dos elementos necessários à construção da obra. Na apresentação do Projeto Básico de Engenharia as atividades do Projeto de Drenagem estarão descritas e detalhadas para cada lote de construção.

- Bueiros

Os bueiros são obras destinadas a permitir a passagem livre das águas que ocorrem às estradas. Compõem-se de bocas e corpo: o corpo é a parte situada sob os cortes e aterros e as bocas constituem os dispositivos de admissão e lançamento, a montante e a jusante, sendo composto de soleira, muro de testa e alas. No caso de o nível da entrada d'água na boca de montante estar situado abaixo da superfície do terreno natural, a referida boca deve ser substituída por uma caixa coletora.

Os bueiros podem ser classificados em quatro classes, segundo a forma da seção; quanto ao número de linhas; quanto aos materiais com os quais são construídos; quanto à esconsidade; e quanto à forma da seção. São tubulares, quando a seção for circular; celulares, quando a seção transversal for retangular ou quadrada; e especial elipses ou ovóides, quando tiver seções diferentes das citadas anteriormente, como é o caso dos arcos, por exemplo.

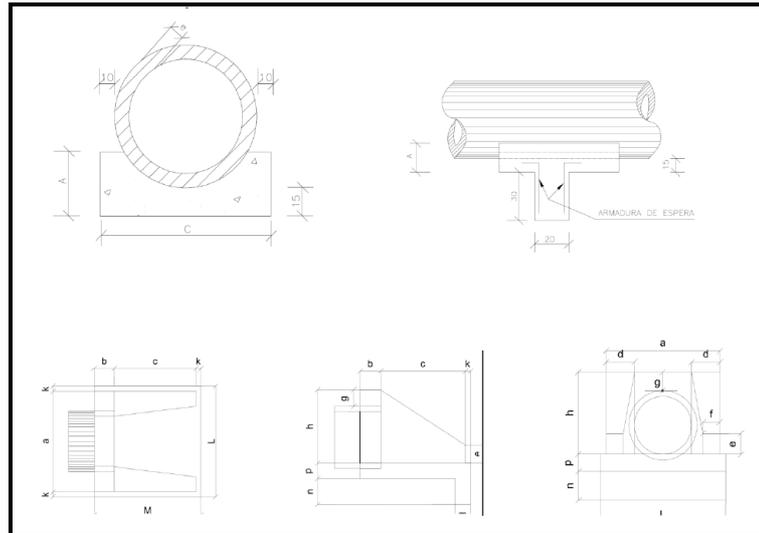
Para o caso dos bueiros metálicos corrugados, existe uma gama maior de formas e dimensões, entre elas: a circular, a lenticular, a elíptica e os arcos semicirculares ou com raios variáveis (ovóides). Quanto ao número de linhas, são simples (quando só houver uma linha de tubos, de células etc.) e duplos e triplos (quando houver duas ou três linhas de tubos, células etc). Não são recomendáveis números maiores de linhas, quando provocar alagamento em uma faixa muito ampla.

Os materiais atualmente usados para a construção de bueiros, segundo as normas do DNIT são:

- Concreto simples,

- Concreto armado,
- Chapa metálica corrugada ou polietileno de alta densidade (PEAD),
- Plástico reforçado de fibra de vidro (PRFV).

Nas bocas, alas e caixas coletoras usa-se alvenaria de pedra argamassada, com recobrimento de argamassa de cimento e areia, ou blocos de concreto de cimento, além de concreto pré-moldado.



**Figura 3.2-2. Elementos e indicações pertinentes aos bueiros**

Os bueiros devem estar localizados:

- Sob os aterros, em geral deve-se lançar o eixo do bueiro o mais próximo possível da linha do talvegue; não sendo possível, deve-se procurar uma locação esconsa que afaste o eixo o mínimo possível da normal ao eixo da rodovia, tomando-se precauções quanto aos deslocamentos dos canais nas entrada e saída d'água do bueiro;
- Nas bocas dos cortes, quando o volume de água dos dispositivos de drenagem (embora previstos no projeto) for tal que possa erodir o terreno natural nesses locais;
- Nos cortes, quando for interceptada uma ravina e caso a capacidade de escoamento das sarjetas seja superada.

- Tubos de Concreto

Os tubos de concreto, simples ou armado, devem obedecer aos projetos-tipo relacionados pelo DNIT. Além disso, devem ser moldados em formas metálicas e ter o concreto adensado por vibração ou centrifugação.

Tubos diferentes daqueles apresentados nos projetos-tipo podem ser aceitos, desde que satisfaçam às exigências estabelecidas na norma ABNT NBR 8890:2007 e errata 2008.

- Tubos Metálicos Corrugados

Os tubos metálicos corrugados devem ser fabricados a partir de bobinas de aço, segundo normas da AASHTO e ASTM, e revestidos adequadamente para resistir às mais diversas condições ambientais. A união das chapas ou segmentos pode ser feita por meio de parafusos ou cintas, de acordo com o tipo de produto escolhido.

- Células de Concreto

As seções transversais tipo devem obedecer aos projetos elaborados, de acordo com as peculiaridades locais, devendo o concreto ser adensado por vibração. A esconsidade é definida pelo ângulo formado entre o eixo longitudinal do bueiro e a normal ao eixo longitudinal da rodovia.

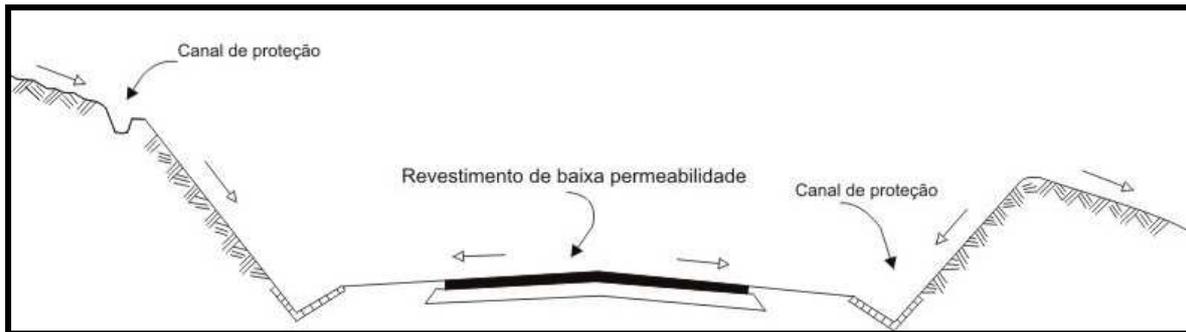
- Drenagem Superficial

Numa estrada, a água superficial (que é a fração que resta de uma chuva após serem deduzidas as perdas por evaporação e por infiltração) pode surgir descendo as encostas ou taludes, ou escoando sobre a pista de rolamento. Essas águas superficiais que descem as encostas num corte de estrada irão rolar sobre o talude, erodindo-o e, além de poder vir a comprometer a estabilidade do maciço, carregam o material de erosão para a pista, o que, em conjunto com a água, pode dificultar ou impedir o tráfego normal dos veículos.

O acúmulo de água que se escoar sobre a pista de rolamento, dependendo da espessura da lâmina d'água que se forma, pode vir a comprometer seriamente as condições de aderência da pista, acarretando graves acidentes, com a derrapagem e a aquaplanagem.

Além disso, se a água da chuva penetra na base e nela se acumula, os efeitos destrutivos, pelas pressões hidráulicas que as cargas pesadas dos caminhões transmitem, podem ocasionar a ruína completa do pavimento, ainda que corretamente projetado. Dessa forma, a drenagem superficial deve evitar que a água venha a danificar a plataforma e/ou atingir a estrada. Para tanto, são construídos adequados dispositivos que coletam a água e a removem conduzindo-a para os canais naturais.

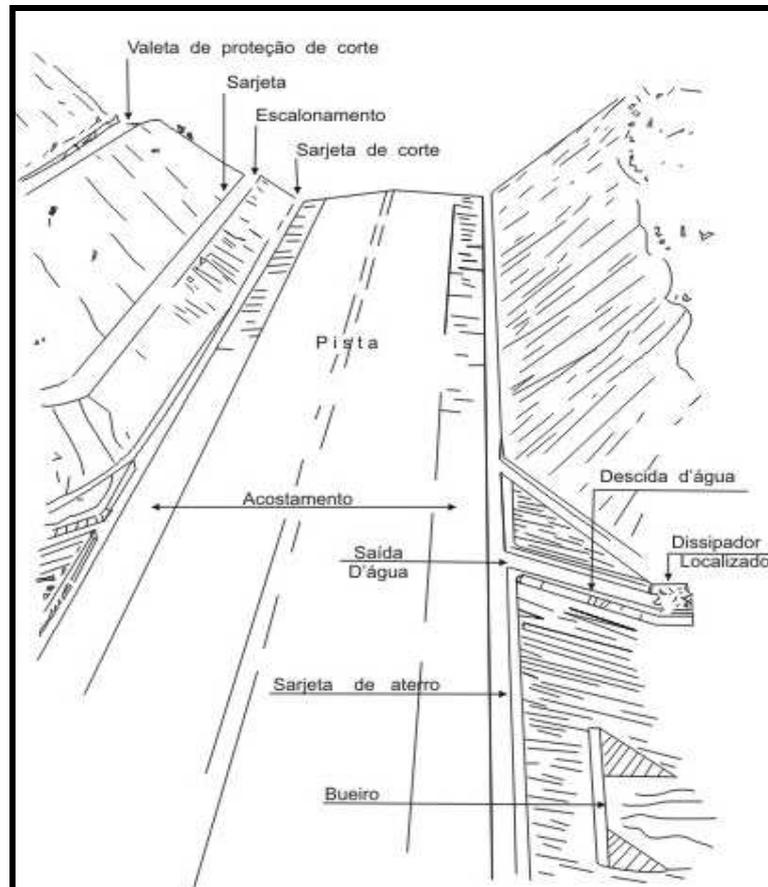
No caso da chuva que cai diretamente sobre a pista de rolamento, as medidas a serem tomadas consistem na adoção de declividades adequadas para a seção transversal, bem como na adoção de pavimento cujo revestimento seja praticamente impermeável.



**Figura 3.2-3. Fluxo da Água Superficial**

Para um sistema de drenagem superficial eficiente, utiliza-se uma série de dispositivos com objetivos específicos, tais como:

- Valetas de proteção de corte;
- Valetas de proteção de aterro;
- Sarjetas de corte;
- Sarjetas de aterro;
- Sarjeta de canteiro central;
- Descidas d'água;
- Saídas d'água;
- Caixas coletoras;
- Bueiros de greide;
- Dissipadores de energia;
- Escalonamento de taludes;
- Corta-rios.



**Figura 3.2-4. Sistema de drenagem em pista simples**

### 3.2.4 Obras de Arte Especiais

Especificamente, as obras de arte especiais compreendem as estruturas como pontes, viadutos ou túneis, necessários à plena implantação de uma via e que, pelas suas proporções e características peculiares, requerem um projeto específico.

A maioria das pontes tem três componentes básicos: Superestrutura, Mesoestrutura e Infraestrutura:

- Superestrutura: é o componente superior da ponte, constituída do estrado e dos elementos que suportam o estrado e todas as cargas nele aplicadas. Sua função é a de transmitir as cargas, ao longo dos vãos, para os apoios. O estrado (usualmente composto por lajes e um sistema estrutural secundário, podendo ser construídos de madeira, concreto e aço) é o elemento da ponte onde a carga móvel atua diretamente, devendo ser capaz de permitir um tráfego seguro e fluente.

- Mesoestrutura: é o componente que engloba todos os elementos que suportam a superestrutura. Sua função é a de transmitir as cargas da superestrutura, e a sua própria carga, à infraestrutura, constituída das fundações, diretas ou profundas. Os elementos da mesoestrutura funcionam como peças carregadas axialmente, com capacidade de absorver solicitações horizontais, que provocam momentos fletores. Há três elementos básicos nas mesoestruturas: encontros<sup>4</sup>, blocos e pilares.

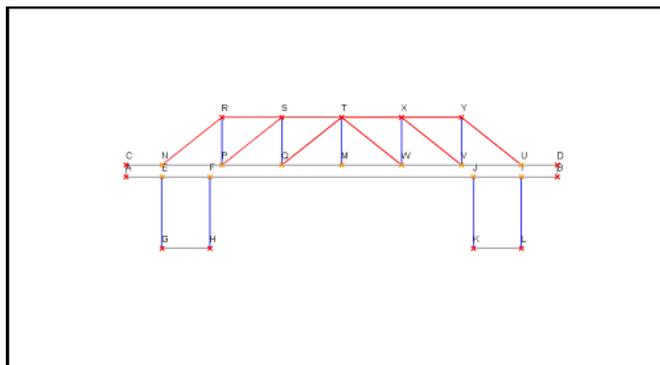
- Infraestrutura: é o componente que assenta todo o peso da estrutura e a ação das cargas móveis no terreno natural. As fundações podem ser diretas ou profundas. Assim, tem-se as fundações diretas compostas das sapatas. As fundações podem ser ainda em tubulão (a céu aberto ou a ar comprimido) e em estacas (podendo ser de madeira, metálicas ou de concreto).

As pontes podem ser agrupadas em três tipos básicos:

- Pontes em viga: quando transmitem as cargas aos apoios através de solicitações de compressão; podendo ser: Pontes em laje (de concreto armado ou protendido); Pontes em viga (de madeira, de concreto ou de aço); Pontes em caixão (de concreto ou de aço); e Pontes em treliça (de madeira ou de aço).

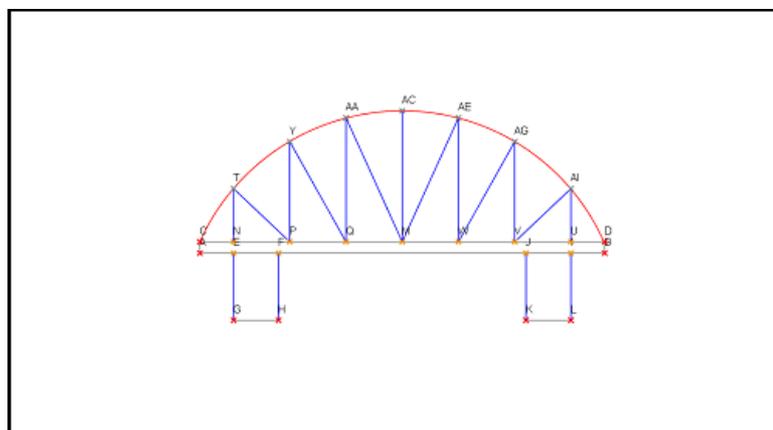
---

<sup>4</sup> Por razões econômicas, no Brasil, somente as obras mais importantes têm encontros; na grande maioria das obras, os encontros são substituídos por superestruturas com extremos em balanço e aterros em queda livre, às vezes mal compactados e sem as proteções adequadas



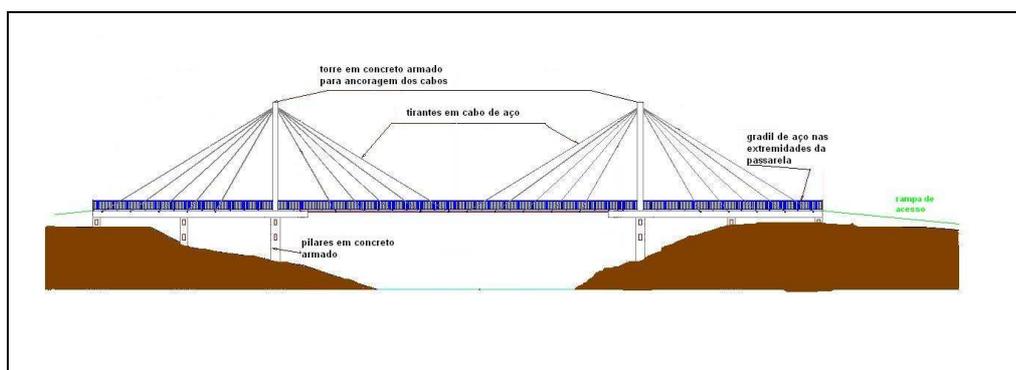
**Figura 3.2-5. Exemplo de Projeto de Ponte em Viga**

- Pontes em arco: quando transmitem as cargas através de solicitações inclinadas, de compressão, podendo ser construídas em madeira, em concreto ou em aço. As solicitações nos arcos são, inteira ou predominantemente, de compressão.



**Figura 3.2-6. Exemplo de Projeto de Ponte em Arco**

- Pontes pênséis e pontes estaiadas: as solicitações de tração dos cabos de suspensão são transmitidas às ancoragens na infraestrutura, depois de provocar solicitações de compressão nas torres intermediárias.



**Figura 3.2-7. Exemplo de Projeto de Ponte Pênsil/Estaiada**

Na apresentação do Projeto Básico de Engenharia as atividades do Projeto de Obras de Arte Especiais (OEA) estarão descritas e detalhadas para cada lote de construção.

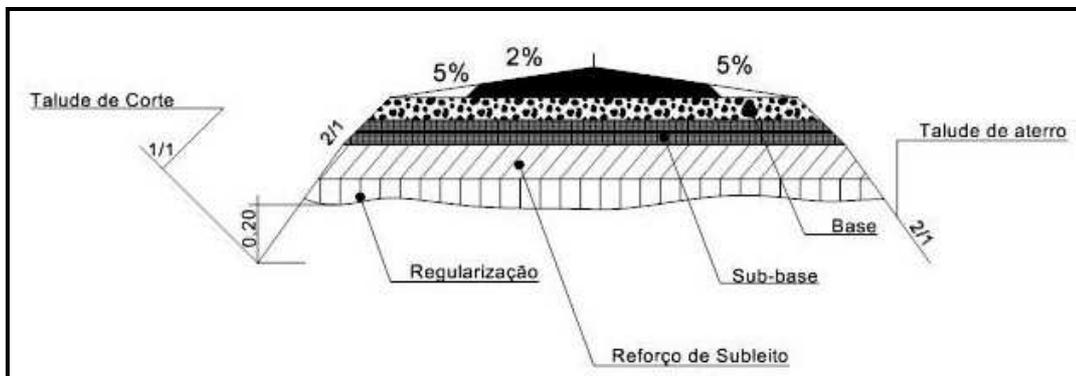
**3.2.5 Obras Complementares**

Como obras complementares foram considerados os serviços de sinalização, implantação de cercas de delimitação da faixa de domínio, defensas nas entradas e saídas das pontes, proteção vegetal de taludes e paisagismo.

Na apresentação do Projeto Básico de Engenharia essas atividades estarão descritas e detalhadas nos Projetos de Sinalização, de Sinalização das Rodovias Durante a Execução das Obras, de Paisagismo, de Dispositivos de Proteção (Defensas e Barreiras), de Cercas e Componente Ambiental, para cada lote de construção.

**3.2.6 Pavimentação**

O pavimento, por imposições de ordem técnico-econômica, é uma estrutura de camadas, assentada sobre um subleito, em que materiais de diferentes resistências e deformabilidades são colocados em contato, resultando daí um elevado grau de complexidade, no que respeita ao cálculo de tensões e deformações atuantes nas mesmas, resultantes das cargas impostas pelo tráfego. O subleito, limitado superiormente pelo pavimento, deve ser estudado e consideradas até a profundidade onde atuam as cargas impostas pelo tráfego. Em termos práticos, tal profundidade deve situar-se numa faixa de 0,60 m a 1,50 m.

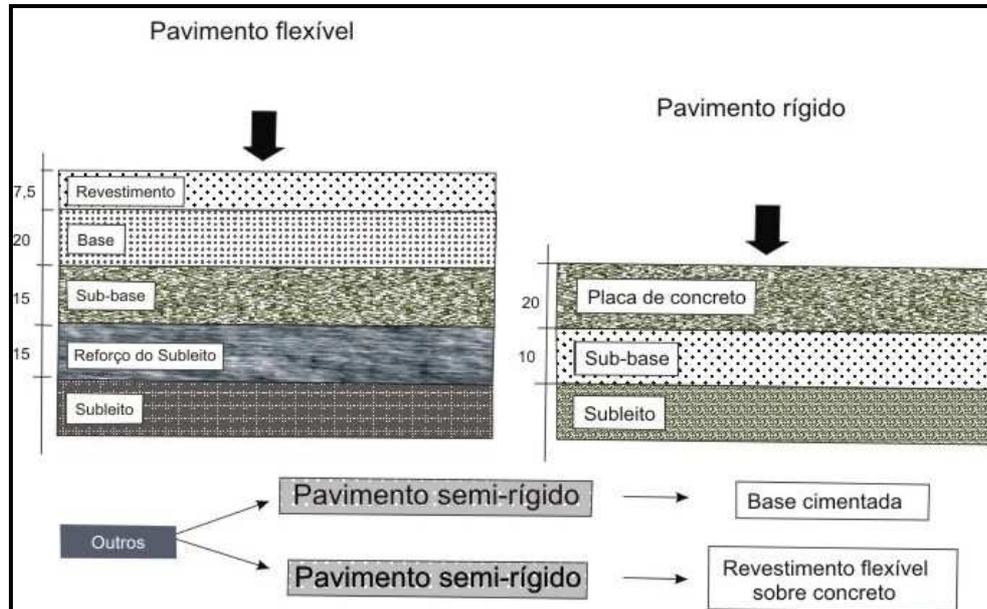


**Figura 3.2-8. Seção Transversal Típica de um Pavimento Flexível**

De forma geral os pavimentos são classificados da seguinte forma:

- Flexível: aquele em que todas as camadas sofrem deformação elástica significativa sob o carregamento aplicado. O exemplo típico é o pavimento constituído por uma base de brita (brita graduada, macadame) ou por uma base de solo pedregulhoso, revestida por uma camada asfáltica.
- Semirrígido: caracteriza-se por uma base cimentada por algum aglutinante com propriedades cimentícias como, por exemplo, uma camada de solo cimento, revestida por uma camada asfáltica.
- Rígido: aquele em que o revestimento tem uma elevada rigidez em relação às camadas inferiores, absorvendo praticamente todas as tensões provenientes do carregamento

aplicado. O exemplo típico são os pavimentos constituídos por lajes de concreto de cimento Portland.



**Figura 3.2-9. Perfil da Estrutura do Pavimento**

O DNIT possui Manuais de Pavimentação e Normas de Especificações de serviços pertinentes ao tema.

**3.2.7 Canteiros de Serviços**

Com frequência divide-se o Canteiro de Serviço em Canteiro Central e Canteiros Auxiliares. O Canteiro de Serviço é a disposição física das fontes de materiais, edificações e construções necessárias para concentrar a estrutura e o apoio logístico indispensável ao gerenciamento e à execução das obras (alojamento de pessoal, residência de engenheiros, refeitório, ambulatório, depósitos, oficinas, almoxarifado, escritório geral, laboratório e pátio para estacionamento de máquinas, entre outros).

No apoio logístico têm que ser considerado as condições socioeconômicas das comunidades que serão influenciadas pela obra e as cidades mais próximas, que deverão ter uma disponibilidade mínima de oferta de serviços como bancos, hospitais, hotéis, aeródromos entre outros.

Além disso a escolha do local de implantação do canteiro deve considerar a a topografia da região, condições de acesso, infraestrutura (energia e telecomunicações), ocorrência de água e o tipo de instalações industriais necessárias à produção/beneficiamento dos materiais que constituirão as camadas do pavimento.

A concepção do canteiro deve ter o objetivo de minimização dos custos de produção, racionalidade do gerenciamento, integração do homem à obra e conservação dos recursos naturais.

O gerenciamento dos resíduos sólidos será objeto de normatização pela supervisão ambiental e deverá contar com separação e encaminhamento de materiais recicláveis, articulação com municípios próximos no sentido de viabilizar a destinação dos resíduos não recicláveis em aterros sanitários em operação.

Os efluentes de natureza doméstica serão tratados através de estruturas tipo fossa-sumidouro com filtro anaeróbico, enquanto que as oficinas e locais de lavagem serão dotadas de caixas separadoras e o material disposto conforme a legislação preconiza.

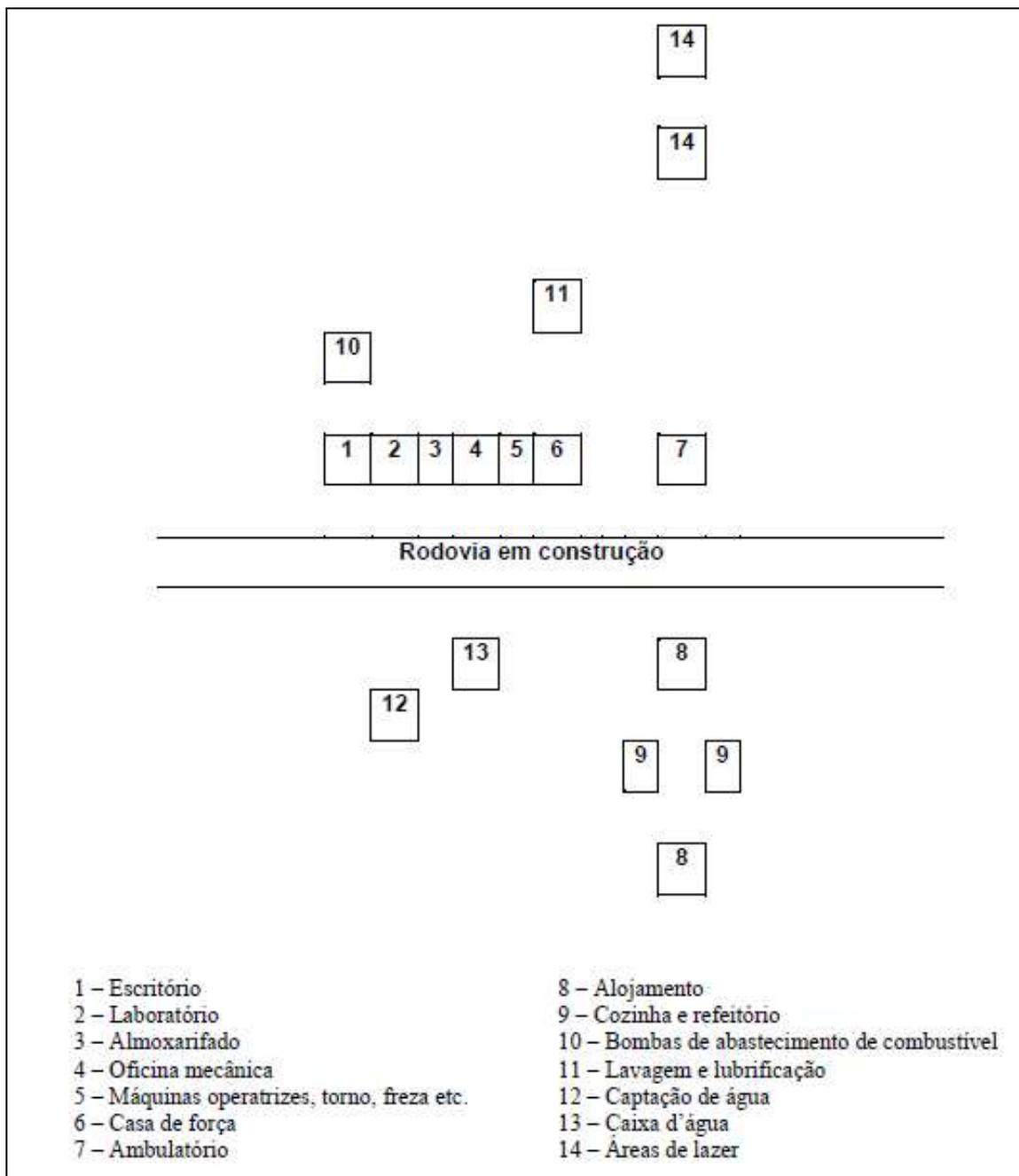


Figura 3.2-10. Esquema Geral de um Canteiro de Serviços

### 3.2.8 Alocação de Mão de Obra

A quantificação da mão de obra a ser alocada nos serviços de pavimentação rodoviária depende de diversos fatores. O ritmo da obra, geralmente ditado pela disponibilidade de recursos financeiros e o grau de dificuldade para execução dos serviços são elementos que devem ser considerados como fontes de variabilidade na estimativa de pessoal. No caso em tela, a sazonalidade climática também representa um fator importante na mobilização das equipes, uma vez que no período das cheias, tanto o deslocamento é dificultado, quanto a execução da obra propriamente dita frequentemente é impedida.

A origem da mão-de-obra de execução das obras deverá privilegiar a disponibilidade local, principalmente em relação ao segundo contingente. Os profissionais de cargos de chefia e responsabilidade técnica deverão ser alocados a partir do corpo técnico das empresas contratadas, eventualmente com aproveitamento de pessoal local.

### 3.2.9 Procedimentos/Ações Preventivas na Fase de Obras

Com o objetivo de orientar e/ou subsidiar o monitoramento ambiental do empreendimento, é apresentada na tabela a seguir procedimentos e ações a serem executadas a fim de mitigar e evitar impactos negativos na fase de execução das obras<sup>5</sup>.

Atividade	Eventos Geradores	Procedimentos
<b>Cuidados específicos: canteiros de obra</b>	- Surgimento de doenças transmissíveis	- Controlar a saúde no ingresso de efetivos da mão de obra
	- Surgimento de vetores de doenças	- Controlar a captação/abastecimento de água; manejo do lixo e depósito de materiais
	- Poluição das águas (superficiais e subterrâneas)	- Controlar sistema de filtragem de graxas e óleos, tanques de combustível, lubrificantes, asfaltos etc. - Controlar o manejo dos efluentes, rede de esgotos e destino dos dejetos
	- Poluição do ar	- Manter úmidas superfícies de caminhos de serviço, pátios etc. - Providenciar a regulagem das usinas e os filtros, ciclones etc.
	- Possibilidade de acidentes com o pessoal da obra	- Utilização de roupas próprias e equipamentos de proteção, sendo obrigatório o uso de coletes refletivos ou fosforescentes em serviços móveis pelos trabalhadores que estão sobre o leito rodoviário ou próximo do fluxo de veículos. - Todos os veículos de serviço, que transitam em velocidade reduzida ou permanecem estacionados no leito rodoviário, devem ser equipados com dispositivos de sinalização especial, nas cores laranja e branca, alternadamente, tanto na traseira como na dianteira. - Em uso noturno, devem ser refletivas.

<sup>5</sup> Baseado no Manual de Implantação Básica Rodoviária (DNIT, 2010) – IPR742.

Atividade	Eventos Geradores	Procedimentos
<b>Identificação de sítios históricos/arqueológicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Empreendimentos afetando sítios históricos, arqueológicos e espeleológicos detectados nos Estudos Ambientais e inspeção das áreas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar o potencial indicado nos Estudos Ambientais na área a ser diretamente afetada, com apoio de pessoal especializado. Caso haja evidências de vestígios históricos ou arqueológicos, deve-se recorrer a equipes especializadas, que providenciarão a autorização e seguirão procedimentos estabelecidos pelo IPHAN.</li> </ul>
<b>Desmatamento e limpeza</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Início do desmatamento e limpeza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar o manejo adequado do desmatamento e o atendimento aos compromissos firmados nas autorizações</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Irregularidades na área desmatada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estocar convenientemente o solo da camada vegetal, em local não sujeito à erosão, para uso posterior na superfície resultante</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incêndios/proliferação de animais peçonhentos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manter os limites impostos pelos Licenciamentos/Autorizações Específicas</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Surgimento de erosões e riscos de instabilidade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Observar o exato cumprimento das Notas de Serviço</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Assoreamento de corpos d'água/bloqueio dos talwegues</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manejar adequadamente a remoção e depósito da vegetação.</li> <li>- Estocar adequadamente a camada de terra orgânica, para futuro emprego.</li> <li>- Reconformar a topografia, utilizando a reposição da camada de terra orgânica estocada, evitando-se o carregamento deste material.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Obstrução de bueiros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manejar adequadamente a vegetação removida, evitando-se enredamento de restos vegetais.</li> <li>- Desassorear e limpar os bueiros</li> </ul>
<b>Desvio de tráfego</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Possibilidade de acidentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implantar sinalização adequada, inclusive para a noite (nenhum serviço deve ser iniciado sem que a sinalização correspondente esteja implantada);</li> <li>- Estabelecer velocidade máxima compatível com a via utilizada;</li> <li>- Manter a pista umedecida, para evitar a suspensão de poeira;</li> <li>- Observar o funcionamento adequado das obras de drenagem principalmente nas travessias de cursos d'água;</li> <li>- Demolir completamente o desvio construído, para evitar caminhos preferenciais para águas pluviais.</li> </ul>
<b>Caminhos de Serviço</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Surgimento de erosões na estrada ou nos terrenos adjacentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Observar o funcionamento adequado das obras de drenagem, principalmente nas travessias de cursos d'água</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Assoreamento de corpos d'água e talwegues</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Retenção no fluxo das águas superficiais</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rompimento de bueiros</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ocorrência de poeira, ocasionando poluição e perigo de acidente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aspergir a água nos trechos poeirentos</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ocorrência de lama</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adequar a drenagem das águas pluviais e remover a camada de lama</li> </ul>	

Atividade	Eventos Geradores	Procedimentos
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tráfego perigoso dos equipamentos com risco de acidentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sinalizar e controlar a velocidade, especialmente em trechos com tráfego de terceiros</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Término de utilização</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desmanchar totalmente o caminho de serviço, quando terminada a necessidade de sua utilização, bem como os bueiros e obras de drenagem, fazendo voltar o terreno às suas condições originais após o final da utilização;</li> <li>- Recompôr a cobertura vegetal da área utilizada pelo caminho de serviço</li> </ul>
<p><b>Execução de cortes em materiais de 1ª e 2ª categorias (solos e rochas alteradas)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Escorregamentos e queda de blocos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Controlar a ocorrência, adotando, conforme a causa, um ou mais dos procedimentos a seguir:</li> <li>- cobertura da superfície do talude;</li> <li>- implantação de mantas vegetais, tirantes e aplicação de gunita;</li> <li>- criação de banquetas;</li> <li>- contenção do talude por meio de estruturas adequadas de contenção (gabiões ou outras);</li> <li>- redução da inclinação do talude.</li> <li>- Deixar as cristas sem arestas vivas, fazendo uma concordância por meio de um arco de circunferência;</li> <li>- Observar a existência de superfícies propícias a deslizamento, devido à posição de estruturas geológicas;</li> <li>- Implantar dispositivos de drenagem adequados (crista e pé de corte).</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ocorrência de nuvens de poeira com perigo de acidentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aspergir água nos trechos poeirentos</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ocorrência de lama no trajeto dos equipamentos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Remover as camadas de lama nos trechos atingidos.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Velocidade excessiva dos equipamentos com perigo de acidentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Controlar a velocidade em trechos com tráfego de terceiros.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Queda de material transportado durante o trajeto, em trechos urbanos ou semiurbanos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cobrir as caçambas com lonas</li> <li>- Remover o material tombado sobre a via</li> </ul>
<p><b>Execução de cortes em materiais de 3ª categoria (rochas)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desmonte de Rocha</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar somente pessoal habilitado ao uso de explosivos.</li> <li>- Depositar em bota-fora, caso o material escavado não seja aproveitado para corpo de aterro ou outras finalidades.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Queda de blocos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar os processos recomendados para a estabilização: aparafusamento de rochas, injeções de cimento, fixação com obras de concreto, rede metálica, gunitagem etc., em caso de instabilidade durante a execução do desmonte.</li> </ul>
<p><b>Execução de aterros</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erosões e/ou instabilidade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proteger, tão logo possível, os taludes e valetas de drenagem com revestimento vegetal ou outro preconizado.</li> <li>- Deixar as cristas sem arestas vivas, fazendo uma concordância por meio de um arco de circunferência.</li> <li>- Manter inclinação adequada ou corrigir a drenagem.</li> </ul>

Atividade	Eventos Geradores	Procedimentos
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compactar o material depositado.</li> <li>- Observar a ocorrência de erosão interna (Piping).</li> </ul>
	- Recalques	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Observar as condições da fundação. Conforme o caso, adotar bermas ou outra solução indicada por estudos geotécnicos, além de manter drenagem adequada e fazer compactação;</li> <li>- Monitorar o comportamento das obras de arte localizadas no aterro.</li> </ul>
<b>Execução de Empréstimos</b>	- Empréstimos dentro da faixa de domínio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proceder analogamente ao prescrito para o item "Execução de Cortes";</li> <li>- Dar preferência ao alargamento dos cortes do corpo estradal ou ao escalonamento dos seus taludes.</li> </ul>
	- Empréstimos fora da faixa de domínio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Solicitar o licenciamento dos órgãos ambientais, iniciando a exploração somente após a regularização por Licenciamento Ambiental e devidas autorizações.</li> <li>- Estocar convenientemente o solo vegetal (camada superior), para posterior utilização na recuperação da área.</li> </ul>
	- Erosões e assoreamentos dos talwegues	- Proceder analogamente ao prescrito para o item "Execução de Cortes".
	- Ocorrência de poeira	- Aspergir água nos trechos poeirentos.
	- Ocorrência de lama	- Remover as camadas de lama.
	- Velocidade excessiva	- Controlar a velocidade, principalmente em trechos com tráfego de terceiros.
	- Queda de material durante o transporte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cobrir as caçambas com lona;</li> <li>- Remover o material tombado sobre a via.</li> </ul>
<b>Execução de bota-foras</b>	- Bota-foras dentro da faixa de domínio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dispor preferencialmente o material como alargamento dos aterros do corpo estradal ou como bermas</li> <li>- Executar compactação em todo o volume depositado, idêntica à do aterro da plataforma da terraplenagem</li> </ul>
	- Bota-foras fora da faixa de domínio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Observar os cuidados recomendados em "Bota-foras dentro da faixa de domínio" além de:</li> <li>- Privilegiar as áreas que já se encontram degradadas;</li> <li>- Obter autorização do proprietário;</li> <li>- Verificar se a área escolhida não está em APP ou APA;</li> <li>- Verificar a obtenção do Licenciamento Ambiental.</li> </ul>
	- Erosões, instabilidade e recalques.	- Proceder analogamente ao recomendado para o item "Execução de Aterros".
	- Ocorrência de poeira Queda de material durante o transporte.	- Proceder analogamente ao prescrito para o Item "Empréstimos fora da faixa de domínio".
<b>Solos para serviços de pavimentação (empréstimo para pavimentação).</b>	- Execução de empréstimo dentro ou fora da faixa de domínio.	- Proceder analogamente ao recomendado para o item "Execução de empréstimo em Terraplenagem".

Atividade	Eventos Geradores	Procedimentos
<p><b>Exploração de pedreiras cascalheiras e areais</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Autorização para a exploração, por parte do proprietário e dos órgãos competentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Obter a Licença de Instalação e Licença de Funcionamento junto ao DNPM, Prefeitura e Órgão Ambiental competente, conforme prescrito, quando a jazida não for de exploração comercial.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poluição das águas (superficiais ou subterrâneas).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proceder analogamente ao prescrito para o item relativo ao "Canteiro de Obras"</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poluição do ar (tráfego perigoso dos equipamentos nos caminhos de serviços).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proceder analogamente ao prescrito para o item relativo à "Execução de Empréstimos".</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Queda de material transportado durante o trajeto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proceder analogamente ao prescrito para o item "Empréstimos fora da faixa de domínio".</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Final da exploração</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Executar a recuperação ambiental da área, quando não for de exploração comercial, conforme previsto no PRAD - Plano de Recuperação de Área Degradada.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Termo de Encerramento e Devolução ao Proprietário</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Solicitar a vistoria, pelos técnicos dos Órgãos Ambientais competentes, após a recuperação.- Devolver a área a seu titular, através de Termo de Encerramento/Devolução/Recebimento, a fim de cessarem as responsabilidades do DNIT, quanto a eventuais degradações posteriores.</li> </ul>
<p><b>Drenagem superficial</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Localização errada dos dispositivos de drenagem.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Corrigir a localização inadequada, muito frequente, principalmente nos projetos feitos por programação eletrônica.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erosão ao longo das sarjetas de crista de cortes ou nos pontos de descarga.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adotar sistemática de revestimento das mesmas (vegetal ou até mesmo concreto de cimento, conforme o caso), se o terreno for suscetível à erosão. Por economia, ou devido a programas de projetos por computação, o final das sarjetas é fixado nos PPs (passagem de corte para aterro), o que frequentemente leva à erosão no talude do aterro. Prolongá-las até um ponto mais favorável e usar dissipador de energia, se necessário.</li> </ul>
<p><b>Bueiros</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inundações a montante dos bueiros, por ocasião das chuvas mais fortes, alagando propriedades lindeiras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar as condições de projeto, onde devem ser consideradas, no cálculo da vazão, as possíveis alterações futuras do uso do solo das bacias. Constatado o subdimensionamento, adequar/complementar a obra existente.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erosões na boca de jusante de bueiros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar o comprimento e a declividade da obra. Em alguns casos há necessidade de prolongá-la ou adotar dissipadores de energia, junto à boca de jusante.</li> </ul>
<p><b>Corta-rios</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Possibilidade de inundações a montante e a jusante da rodovia (surgimento de lagos)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melhorar as condições de escoamento do corta-rio, quando for rompida a situação de equilíbrio que existia entre o curso d'água e o terreno onde ele percorria. Em terrenos instáveis, há uma tendência do curso d'água voltar ao seu leito inicial.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Possibilidade de erosões a jusante, com abatimento de encostas e margens, com possíveis efeitos sobre benfeitorias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melhorar a proteção das margens, quando houver indicativo de aumento de velocidade e consequente ação da energia liberada.</li> </ul>

Atividade	Eventos Geradores	Procedimentos
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Possibilidade de erosão das saias dos aterros e retroerosão do terreno, atingindo a rodovia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implantar solução análoga ao item anterior.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perdas d'água em porosidades naturais, com ressurgências em outros locais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Efetuar análise e executar as obras adequadas, quando houver indicativo da existência de fendas, cavernas, camadas com alta permeabilidade. Problema de difícil solução, que pode até inviabilizar o corta-rio, conforme o caso.</li> </ul>
<p><b>Pontes e viadutos</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pontes: Possibilidade de transporte de troncos e galhadas, em bacias com incidência de desmatamento, formando os "balseiros".</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analisar necessidade de reprojeter a infraestrutura, para adequar o espaçamento entre os pilares, se possível locando-os fora do leito normal. Além da restrição ao escoamento da massa líquida, esses balseiros podem provocar o deslocamento dos pilares a acarretar erosão nos aterros dos encontros.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Viadutos: Possibilidade de acidentes nos desvios de tráfego implantados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proceder como prescrito no item "Desvios de Tráfego".</li> </ul>