

CADERNO DE ORIENTAÇÕES TÉCNICAS

PROGRAMA

ESTRADA BOA RURAL



GOVERNO DE
**SANTA
CATARINA**
SECRETARIA DA INFRAESTRUTURA
E MOBILIDADE

SUMÁRIO

A)	INTRODUÇÃO.....	3
B)	LIMITAÇÕES DE USO E APLICABILIDADE DE NORMAS TÉCNICAS, SOLUÇÕES E ESTRATÉGIAS RECOMENDADAS NESTE DOCUMENTO	3
C)	SIGLAS E ABREVIATURAS UTILIZADAS	4
D)	GLOSSÁRIO/DEFINIÇÕES	4
1	O PADRÃO DIMENSIONAL DA PISTA DE ROLAMENTO X VOLUME DE TRÁFEGO X TIPOS DE VEÍCULOS CIRCULANTES	10
1.1	Geral.....	10
1.2	O Cálculo do Volume Médio Diário de Tráfego (VMD).....	11
1.3	A Velocidade Operacional ou de Projeto (Vp).....	12
1.4	A Construção Estrutural do Pavimento	13
2	O PROJETO DE ENGENHARIA DE CARACTERÍSTICA MINIMALISTA ..	14
2.1	Geral.....	14
2.2	Elementos do Projeto no Plano Horizontal	14
2.3	Levantamentos baseados em apoio topográfico.....	17
2.4	Fatores limitantes de projeto	17
2.5	Documentação de ordem complementar necessária a implementação do Programa.....	19
3	SERVIÇOS E OBRAS DE ENGENHARIA MINIMAMENTE NECESSÁRIOS AO PROGRAMA	21
3.1	Obras de Arte Especiais - Pontes.....	21
3.2	Ajustes da Plataforma x Seção Transversal de Referência.....	23
3.3	O Controle e Condução Racional das Águas De Contribuição a Plataforma – Drenagem Corrente	28
3.4	A Sinalização Obrigatória.....	33
3.5	Critérios para Pavimentação.....	35
4	A VARIÁVEL AMBIENTAL - IMPLICAÇÕES DE SUSTENTABILIDADE/CENÁRIO DE ENTORNO	38
5	ORÇAMENTO REFERENCIAL.....	39
6	MODELO DE PLACA DE OBRA	43
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44

A) Introdução

O embrião que gerou a formulação deste breve documento se originou na iniciativa da SIE em implementar um grande Programa de Infraestrutura Viária a nível de Estado, tendo como foco de vanguarda a elevação do padrão operacional de uma rede de estradas rurais de competência municipal.

Abordando os serviços e obras que envolvem a atividade “**Elevação do Padrão Operacional de Estradas Rurais**” num contexto único e diferenciado no País, com foco, por exemplo, na difusão ao público alvo do Programa, ou seja, aos municípios catarinenses, quanto ao estabelecimento de **uma seção transversal e características geométricas**, uma prática recorrente em décadas, por exemplo, em países nórdicos como Suécia, França, Noruega, Dinamarca, República Tcheca, entre outros.

Em essência, a contextualização dos parâmetros da engenharia, os quais são projetar e construir rodovias de **CARACTERÍSTICA FUNCIONAL SECUNDÁRIA** ou **COLETORA**, dotadas de **padrão técnico** para pavimentação asfáltica.

B) Limitações de uso e aplicabilidade de normas técnicas, soluções e estratégias recomendadas neste documento

A compilação deste **CADERNO DE ORIENTAÇÕES** visa esclarecer que a aplicabilidade de algumas normas técnicas, soluções, assim como, das estratégias de intervenção recomendadas neste documento tem restrito foco de emprego aos objetivos e metas do **PROGRAMA ESTRADA BOA RURAL**, uma vez que as normas técnicas que orientam a engenharia rodoviária no Brasil, tomam por base em nível federal, as normas publicadas pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) órgão federal responsável pelo setor rodoviário no que compete ao sistema viário de característica funcional.

No âmbito dos **municípios**, praticamente se desconhece a existência de normas e especificações de serviço que regulamentem a execução dos serviços em sua rede de estradas rurais de característica terciária, principalmente para aqueles segmentos compostos de vias não pavimentadas e que representa a grande maioria das estradas dos municípios brasileiros, cuja superfície de rolamento é composta de leito natural em abertura pioneira ou melhorada, trechos revestidos primariamente, entre outras soluções adotadas em nível local.

Em **nível estadual**, por sua vez, as normas adotadas nesse sentido são aquelas emitidas pela SIE, instituição responsável pela execução da política de transportes em Santa Catarina, a qual, em 1ª instância, se baseia fundamentalmente naquelas normas oficializadas pelo DNIT, salvo algumas adaptações de ordem regional, especialmente o caso de documento formulado sob tal ótica e intitulado **DCE - DIRETRIZES PARA CONCEPCAO DE ESTRADAS**. Para este Programa teremos adaptações de seções tipo e melhorias geométricas a serem implantadas nas estradas atendidas.

C) Siglas e abreviaturas utilizadas

Siglas ou Abreviaturas	Designação
APP	Área de Proteção Permanente
CBUQ	Concreto Betuminoso Usinado
CLASSE C-45	Capacidade Máxima de Carga De Pontes Em Toneladas
DCE	Diretrizes para a Concepção de Estradas
DEINFRA	Departamento Estadual de Infraestrutura de Santa Catarina
DER/SP	Departamento de Estradas de Rodagem de São Paulo
DMT	Distância Média de Transporte
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
ISC/CBR	Índice de Suporte Califórnia de Solos - Califórnia Bearing Ratio
SIE	Secretaria de Estado da Infraestrutura do Estado de Santa Catarina
t	Tonelada
UFSC	Universidade Federal do Estado de Santa Catarina
VMD	Volume Médio Diário de Veículos
VMDA	Volume Médio Diário de Trafego Anual
VPD	Veículos/Dia

D) Glossário/definições

Algumas expressões empregadas em documentos técnicos da área rodoviária carecem de uma definição uniforme ou precisa de conceito. As definições abaixo foram elaboradas apenas para os principais termos ou expressões de significado particular mencionadas no presente CADERNO e não se pretendem constituir um glossário completo. Em alguns casos, para

algumas expressões com conceituação mais ampla, foi apresentado apenas o conceito de interesse para o presente documento. Em outros, a explanação dos conceitos encontra-se no próprio texto.

Abaulamento: inclinação da seção transversal-tipo, a partir do eixo da estrada, cujo objetivo é o de permitir o rápido escoamento das águas superficiais que contribuem à pista de rolamento para fora da plataforma;

Agregado: termo utilizado para designar materiais oriundos de jazidas ou artificialmente produzidos e inertes à ação da água;

Base: camada constituinte do pavimento das estradas;

Bordo: linha que delimita a plataforma de uma estrada/pista de rolamento, as partes externas e interna de uma curva, etc.;

Bota-fora: áreas destinadas à deposição de materiais desclassificados e oriundos dos serviços de terraplenagem/pavimentação executados nas estradas;

Britagem: processo de esmagamento a que são submetidas as rochas para a produção de agregados dos mais diferentes diâmetros, para uso em serviços os mais diversos;

Caixa de entrada: caixas coletoras de montante destinadas à coleta de águas correntes e superficiais;

Capacidade de suporte: propriedade dos solos em manterem-se coesos frente a uma solicitação física repetitiva e expressa em % pela sigla CBR. Este termo provém da língua inglesa e significa Califórnia Bearing Ratio, ou seja: Índice de Suporte Califórnia (ISC);

Cobertura vegetal: plantas ou vegetação que revestem ou cobrem uma superfície e a protegem ou a adornam;

Compactação: redução de vazios do solo ou outros materiais, com o auxílio de rolos compactadores do tipo placa ou sapos mecânicos;

Condições de rolamento e aderência: propriedades de uma superfície que asseguram o deslocamento de um veículo;

Dissipadores de energia: barreiras construídas ao longo das sarjetas e de áreas de entorno da estrada, cuja finalidade consiste na redução da velocidade das águas de escoamento

superficial, em estradas cujas plataformas são encaixadas e os perfis apresentam rampas extensas; entre outros casos;

Drenagem: compreende o conjunto de serviços relativos à execução de dispositivos de escoamento das águas superficiais ou subterrâneas, para manter seca e sólida a infraestrutura da estrada;

Enrocamento: pequenas barreiras formadas por pedra jogada ou de mão, construídas com o objetivo de proteção contra a ação das águas ou para reforço de uma base;

Estrada de "terra": termo usualmente empregado em denominação às estradas cuja superfície de rolamento é composta por materiais da própria base/subleito ou revestidas de forma primária por agregados naturais ou artificialmente produzidos através de britagem;

Estrada pavimentada: qualquer estrada apresentando superfície de rolamento permanente e constituída de materiais contendo derivados asfálticos ou concreto de cimento Portland;

Estrada vicinal: infraestrutura viária destinada ao escoamento da produção agrícola;

Granulometria: tamanho dos grãos e partículas apresentados por solos, agregados, materiais fraturados oriundos de rochas, etc.;

Greide: perfil do eixo da pista, referido à superfície acabada da estrada. Quando o perfil do eixo for referido à plataforma terraplenada, é especificado como greide de terraplenagem;

Greide encaixado: Greide da estrada que sofreu um rebaixamento de sua condição original por condições altimétricas de projeto visando o alcance de rampas em declividades enquadradas em determinados padrões;

Jazidas: ocorrências naturais de materiais, para uso em camadas mais nobres de um pavimento ou revestimento primário, reforço do subleito, etc. como também aquelas áreas cujos materiais são destinados à conformação dos corpos dos aterros;

Jusante: o sentido para o qual correm as águas de uma corrente fluvial;

Materiais granulares: materiais constituídos basicamente por grãos inertes à ação da água e apresentando os mais variados tamanhos e formas;

Meio Ambiente: o contexto no qual algo existe para as pessoas, significando tanto o mundo biofísico como a sociedade em que vivemos. Incluso nessa conceituação os componentes

biofísicos como a flora, fauna, água e todas as formas de solo, como também as construções da sociedade humana e as atividades econômicas;

Microbacia hidrográfica: área geográfica delimitada entre dois divisores de água e basicamente drenada por um curso natural;

Montante: o sentido da nascente das águas;

Obras de Arte: na área rodoviária, são assim denominados os dispositivos/obras de drenagem destinadas à transposição das águas de um lado para o outro das estradas e constituídos de bueiros em geral, pontes/pontilhões;

Pedra de mão: pedra bruta quebrada a marrão/marreta; pedra que pode ser manuseada;

Pedregulho: material formado basicamente por seixo rolado, apresentando em sua mistura partículas finas de areia, silte e argila;

Perfil: linha que representa de forma contínua a situação altimétrica de um alinhamento sobre uma superfície plana;

Perfil do terreno: perfil de uma linha (por exemplo, o eixo ou um bordo de pista) disposta sobre a superfície terrestre;

Planta: projeção horizontal dos elementos de um projeto;

Proteção vegetal: compreende à atividade destinada à proteção das superfícies de corte e aterro das estradas dos efeitos erosivos das chuvas, bem como, promover a recomposição paisagística das demais áreas exploradas (jazidas, empréstimos, etc.), através do seu revestimento com espécies de gramíneas, arbustivas ou ainda arbóreas);

Projeto geométrico: projeto que define detalhadamente os aspectos geométricos de uma via, ou seja, estabelece o seu traçado;

Quebra de taludes: método utilizado pela engenharia rodoviária para reconfiguração do perfil longitudinal de estradas rurais de baixa hierarquia funcional e permeando propriedades agrícolas, onde o seu greide encontra-se excessivamente encaixado. Esta configuração geométrica resulta em problemas graves quanto à descarga das águas superficiais que contribuem para sua plataforma. Consiste basicamente na recondução do greide da estrada em cotas mais próximas daquelas do terreno original prevendo a construção posterior de dispositivos de condução das águas da pista para terraços existentes nas áreas marginais;

Rampa: plano inclinado no sentido da subida; aclave;

Readequação/Recuperação/Melhoramentos de Estradas Rurais: obras destinadas ao enquadramento de estradas rurais em padrões mínimos de funcionalidade, além de, permitir melhores condições para sua manutenção e conservação. Tais estradas qualificam-se no presente documento como vias de menor hierarquia funcional (Classe Terciária e de Acesso), possuem superfície de rolamento "não pavimentada", em leito natural ou revestidas primariamente. Inclui-se nessa modalidade de intervenção as atividades envolvendo:

- i. Relocação de parte de seu traçado, quando indicado;
- ii. Reconformação de segmentos do greide;
- iii. Elevação de parte do perfil longitudinal na forma de construção de pequenos aterros;
- iv. Execução de camadas de reforço do subleito;
- v. Construção/recuperação da drenagem superficial (sarjetas, bigodes, dissipadores, valetas de proteção, etc.);
- vi. Construção/recuperação de bueiros tubulares; e;

Reconformação: movimento de materiais de revestimento/base com o objetivo de recuperar as condições anteriores de uma superfície de rolamento, conjugada com a adição de frações de partículas de solos/materiais faltantes na mistura;

Reforço do subleito: camada do pavimento constituída de materiais cuja capacidade de suporte é substancialmente maior que aquela relativa à camada subjacente;

Revestimento primário: camada que recebe diretamente a ação de rolamento dos veículos que trafegam nas estradas não pavimentadas e se destina a prover a superfície da pista de condições tais que permitam o livre trânsito dos veículos sob quaisquer condições de tempo;

Saibro: produto resultante da decomposição incompleta de rochas graníticas, formando uma mistura de material fino e grosseiro;

Seção transversal: para fins de projeto geométrico, representa o alinhamento superficial que conforma transversalmente ao eixo a estrada, incluindo a pista de rolamento, acostamentos onde houver, plataforma e taludes, até a interseção com o terreno natural. Resulta da interseção de um plano vertical perpendicular ao eixo, com a superfície do corpo estradal contido entre os limites da plataforma de terraplenagem;

Seção transversal-tipo, ou de Referência: seção transversal constante, empregada repetitivamente em trechos contínuos de estradas ou trechos destas;

Sedimentos: depósitos formados por detritos carreados por um fluxo de água ou vento;

Solo granular: solo resultante da decomposição de rochas quartzosas onde a presença de materiais grossos é bem característica;

Subleito: maciço teoricamente infinito que serve de fundação a uma estrada;

Talvegue: linha de maior profundidade (cotas mais baixas) no leito de um curso d'água;

Umidade ótima: percentual de água (obtido por peso) presente nos materiais utilizados em alguns serviços rodoviários e que permite a obtenção de níveis ideais de compactação.

1 O Padrão Dimensional da Pista de Rolamento x Volume de Tráfego x Tipos de Veículos Circulantes

1.1 Geral

Uma das mais importantes fases no desenvolvimento de um projeto rodoviário é a definição do gabarito da seção transversal, etapa precedida pelo estabelecimento, no plano horizontal, da geometria do eixo, e o dimensionamento, em um plano vertical, do projeto do greide (LEE, SHU, *Introdução ao Projeto Geométrico de Rodovias*, UFSC, 2005).

Os elementos típicos que compõem a seção transversal de referência, ou de projeto, guardam estreita relação com o padrão da via, função da classe de projeto adotada. Do mesmo modo, denota correlação direta aos volumes de tráfego que por ela circulam, bem como dos gabaritos de veículos que dela se utilizam, assim definidos para atender aos parâmetros de capacidade, permitindo o livre trânsito em adequadas condições de segurança.

Assim, a definição da largura ou gabarito de uma seção transversal de uma rodovia deve levar em conta, além do volume de tráfego, sua composição e, quanto mais expressivo o VMDA, maior deverá ser a seção transversal e, por consequência, o gabarito da plataforma, onde devem estar contempladas uma série de outros espaços para abrigar por ex. elementos de drenagem, sinalização etc.

Em alguns projetos de implantação de melhoramentos de estradas rurais a questão da dimensão da seção transversal não tem sido tratada com o devido cuidado e a necessária racionalidade. Gabaritos um tanto quanto superdimensionados tem sido implantado, gerando desperdício de recursos, além de consumir importantes faixas de solo potenciais de uso na agricultura.

Ilustração 1

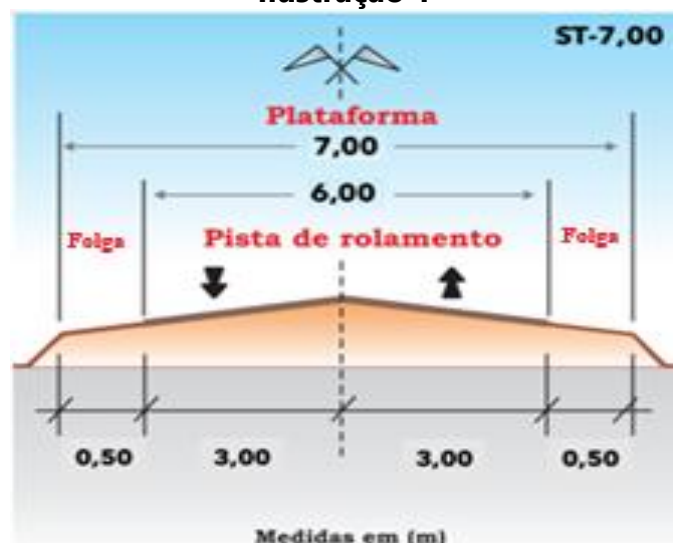
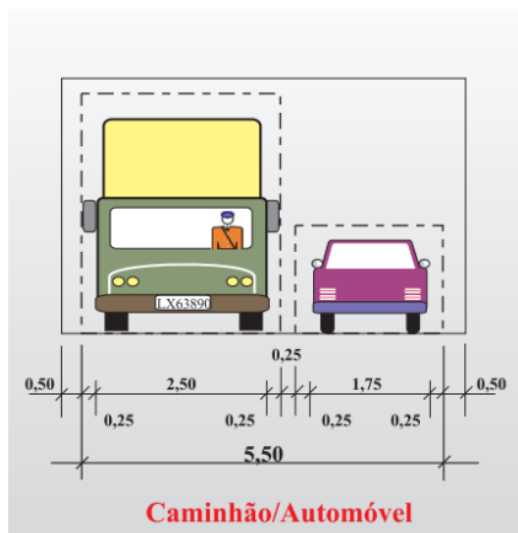
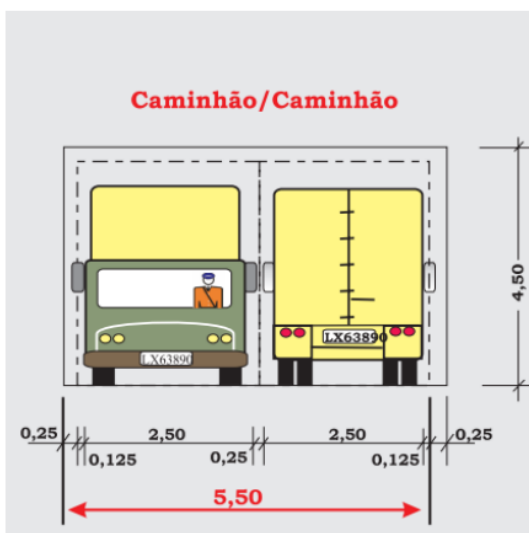


Ilustração 2



Espaço necessário para veículos sem redução de velocidade ($V_p = 50$ km/h)

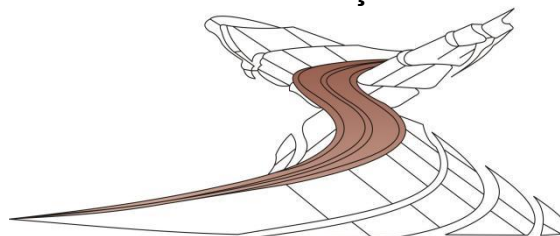


Espaço necessário para veículos com redução de velocidade ($V_p < 40$ km/h)

1.2 O Cálculo do Volume Médio Diário de Tráfego (VMD)

O Programa **ESTRADA BOA RURAL** incluirá em seu rol de investimentos estradas municipais cujo tráfego apresente VMD em um intervalo de referência de 50 a 200 veículos com até 10% de veículos de carga/comercial.

Ilustração 3



Considerando-se:

- i. a importância capital deste parâmetro para toda e qualquer intervenção na rede viária e,
- ii. a precariedade de dados mais precisos existentes no âmbito municipal;

A SIE/SC recomenda que os municípios realizem a Necessária Aferição do Volume de Tráfego Médio Diário em Bases Representativas (VMD), seja por contagem, seja por estudos sócios

econômicos e de planejamento de tráfego que considerem a produção local e a demanda por transporte que será inferida com a pavimentação da via. (Carta Declaratória)

1.3 A Velocidade Operacional ou de Projeto (Vp)

A velocidade diretriz é, por definição, a maior velocidade com que um trecho da rodovia pode ser percorrido, com segurança, considerando apenas as limitações impostas pelas características geométricas da rodovia; a velocidade diretriz é a velocidade selecionada para fins de projeto. Essa velocidade é referencial para a seleção dos parâmetros que o projeto deverá atender.

Grau de Dificuldade x Velocidade de Projeto (Vp)	
Grau de Dificuldade (Relevo/Tráfego)	Velocidade de Projeto (Vp)
Reduzido	50
Médio	40
Grande	20

Quadro 1



Imagem 1

Desta forma fica definido que a velocidade de projeto corresponde à velocidade realmente trafegável, tendo em conta as restrições que resultam do traçado e das características do relevo, da largura da pista de rolamento, das curtas distâncias percorridas e do tráfego lento.

A seleção da velocidade de projeto deve ser feita seguindo observações sobre um segmento característico representativo do trecho, não devendo este parâmetro exceder a 50 km/h. A Imagem 1 mostra uma via rural com grau de dificuldade de relevo elevada/grande onde deve-se priorizar a reconformação da plataforma e greide ou na impossibilidade de fazê-lo pode-se reduzir a velocidade neste segmento específico.

1.4 A Construção Estrutural do Pavimento

O Programa adotará 1 (uma) **seção transversal de referência** analisada pela SIE, tendo elas sido correlacionadas ao **Volume Médio Diário de Tráfego** (VMD).

A seguir é apresentada a seção transversal adotada neste Programa, a qual deriva das seções de projetos já consagradas nas DCE – S diretrizes que norteiam os projetos da SIE/SC. As seções obedecem aos critérios de largura de veículos, folgas entre veículos e folgas construtivas a fim de proteger a plataforma de terraplenagem e a estrutura de pavimento.

É importante frisar que o processo de escolha por determinado gabarito de seção transversal não deve orientar-se tão somente pelos indicadores econômicos, mas obrigatoriamente, considerar outros parâmetros para um pleno embasamento, levando em conta, por exemplo:

- i. Velocidade de projeto, V_p
- ii. Tipo, volume e característica do tráfego circulante

A seção transversal poderá receber a cada 1 km de acordo com a necessidade, alargamentos (refúgios) para parada e/ou ultrapassagem com largura igual a faixa de tráfego e comprimento a ser definido pela topografia do trecho.

A faixa de tráfego considerada foi a seguinte: **VMD até 200 Veículos/Dia** (sendo no máximo 10% de veículos de carga/comerciais, ou seja, 20 veículos de carga/comerciais por dia).

2 O Projeto de Engenharia de Característica Minimalista

2.1 Geral

No caso particular das obras pretendidas de implantação pelo programa **ESTRADA BOA RURAL**, onde, os padrões técnicos que serão empregados divergirão substancialmente das obras tradicionais, recomenda-se a adoção de critérios restritivos de projeto. Por essa via de raciocínio, recomenda-se a adoção de projetos com **Característica Minimalista**.

Em termos geométricos de planta baixa, **a linha-base do projeto se orientará pelo eixo do traçado existente**; assim como, seu **perfil longitudinal**; cujas linhas de cota deverão ser preservadas em seu estado natural; salvo por pequenas correções pontuais visando:

- i. Ampliar os raios de curva de pontos críticos que causam dificuldades ou limitações ao trânsito em alguns tipos de veículos que se utilizam da via; assim como impondo restrições no campo de visibilidade dos usuários;
- ii. Realizar pequenos alargamentos em setores/trechos da plataforma com o justo propósito de permitir o cruzamento de alguns tipos de veículos em maiores condições de fluência e segurança.
- iii. Executar a elevação do perfil longitudinal de pequenos trechos de áreas baixas cujas cotas existentes se situem abaixo das áreas de entorno da estrada, impondo restrições à fluência da drenagem superficial gerada pelas águas pluviais que recaem sobre a plataforma;
- iv. Realizar, quando recomendável e factível, o rebaixamento de pequenos trechos cujas rampas apresentem gradientes $>$ que 12% de declividade.

2.2 Elementos do Projeto no Plano Horizontal

Salienta-se que as (DCE – C) diretrizes para condução do traçado adotam critérios para curvas circulares e curvas de transição. A seguir retiramos alguns tópicos das diretrizes (DCE – C) como referência para adoção de um traçado que atenda a velocidade de projeto em curvas com raios menores.

2.2.1 Curva Circular: Aplicação

Os raios das curvas devem ter tal dimensão, que:

- i. se adaptem em dimensão e sequência à estrutura do relevo e aos elementos marcantes da paisagem e do relevo;
- ii. estejam em equilíbrio com os elementos do plano vertical longitudinal em dimensão, sequência e efeito espacial;

Os raios mínimos de curvas circulares (R_{\min}) são apresentados na Tabela 1 . Eles dependem da velocidade de projeto V_p .

Tabela 1 - Raios mínimos e comprimentos mínimos dos arcos de circunferência



V_p (km/h)	R_{\min} (m)	L_{\min} (m)
50	80	30
60	12	35
70	180	40
80	250	45
90	340	50
100	450	55
120	720	65

2.2.2 Curva de Transição: Aplicação

A curva de transição deve:

- i. através da modificação progressiva da curvatura, proporcionar um traçado homogêneo e, assim, possibilitar uma velocidade constante e uma variação contínua da aceleração centrífuga que ocorre nos deslocamentos em curvas;
- ii. servir de transição para giro transversal da pista;
- iii. efetivar um traçado satisfatório sob o aspecto visual.

O seu uso é necessário nas curvas onde não puder ser observado o raio mínimo circular.

A curva de transição é formada por uma clotóide (espiral). Neste tipo de curva, a curvatura se modifica linearmente ao longo da curva. A lei de formação da clotóide (espiral) é:

$$A^2 = R \cdot L$$

Onde:

A (m) parâmetro da clotóide

R (m) raio do final da clotóide

L (m) comprimento da clotóide até o raio R

2.2.3 Curva de Transição: Valores limites

Para que a curva de transição se destaque visualmente, ela deve provocar uma alteração da direção de, no mínimo **3,5 graus**, a partir do ponto de início.

Disto resulta, para o menor parâmetro de clotóide permitido, a seguinte condição:

$$A_{\min} = \frac{R}{3}$$


Onde:

A (m) parâmetro da clotóide

R (m) raio do final da clotóide

Desta equação resultam os valores dos parâmetros mínimos da clotóide da Tabela 2.

Tabela 2 – Parâmetros mínimos das clotóides



Vp (km/h)	Amin (m)
50	30
60	40
70	60
80	80
90	110
100	150 [120]
120	240 [120]
[...] valor de exceção	

2.3 Levantamentos baseados em apoio topográfico

Nos pontos da estrada sob projeto onde se configure a necessidade de realização de pequenas alterações no traçado ou em perfil, ou ainda, nas demandas para correção de pontos críticos, recomenda-se a execução de levantamentos topográficos que possibilitem o posterior lançamento em escritório dos elementos que resultem:

- i. No *Projeto Geométrico*, contendo a planta baixa e o perfil longitudinal; (em escala compatível e no padrão de projetos da SIE/SC, conforme indicado no item 2.5 - Documentação de ordem complementar necessária a implementação do Programa.
- ii. No estabelecimento da *Seção-Tipo* de projeto; (seções transversais de terraplenagem)
- iii. Nas planilhas contendo a quantificação estaca-por-estaca dos *volumes de corte e aterro*. (Notas de serviço de Terraplenagem, distribuição de volumes)

Da mesma forma que o item anterior, os levantamentos topográficos deverão estar georreferenciados preferencialmente aos vértices monumentalizados através de marcos de concreto, conforme padrão presente na Instrução de Serviço – 03 (IS-03) da SIE/SC, no segmento em estudo. Na eventualidade de dificuldade de realizar o transporte das coordenadas para o local desejado, deverá ser monumentalizado um vértice no local do estudo atendendo as determinações do item anterior.

Deverá ser levantada em termos planimétricos e altimétricos, uma faixa de terreno com largura de 30 metros, ou extensão suficiente para conter os futuros offsets de terraplenagem tendo por parâmetro base a seção-tipo de projeto a ser implantada. Esta estratégia permitirá, entre outras resultantes, a obtenção de um dimensionamento mais preciso e apurado dos volumes de movimentação de solos e materiais; elementos difíceis de serem obtidos através dos levantamentos baseados em georreferenciamento.

2.4 Fatores limitantes de projeto

Para o caso da estrada sob projeto, podem se configurar alguns fatores limitantes, os quais deverão ser identificados pelo projetista na fase de diagnóstico inicial da área de estudo e

ajustados, na medida do possível, às recomendações expostas neste **Caderno de Orientações Técnicas de Projeto**. Tais fatores são os seguintes:

2.4.1 Limitações de Diferentes Naturezas

Dentre tais limitações, destacam-se como as mais prováveis:

- a. Limitações do Traçado:** O projeto geométrico basear-se-á fundamentalmente no eixo de traçado existente; entretanto; para os casos em que se configure; por exemplo:
 - (i) a necessidade de ampliação de raios de curva;
 - (ii) Alargamentos da pista de rolamento para permitir o cruzamento seguro de dois veículos; há que se considerar a probabilidade da presença de propriedades individuais, caso em que o projeto não deverá interferir;
- b. Limitações topográficas:** Tais fatores se referem ao perfil longitudinal da estrada sob estudo, uma vez que existem situações em que as rampas excedam seu gradiente em 12%, casos em que devem ser estudadas alternativas para o contorno da questão, desde que os custos decorrentes não sejam proibitivos, tampouco causem impactos ao meio ambiente;
- c. Existência de Locais/Áreas Protegidas:** Locais como *Áreas de Proteção Permanente – APP*, parques e reservas podem se constituir em fatores limitantes, o que demandará da projetista encontrar soluções alternativas de contorno do problema (Envolvendo, por exemplo, a remoção de vegetação protegida em áreas de interesse de alargamento da plataforma);
- d. Existência de Comunidades, Vilarejos, Povoados e Propriedades Rurais:** As comunidades rurais e as propriedades podem estar assentadas na paisagem a partir de outra dinâmica de sustentabilidade diversa da ambiental. Tendo em vista que as estradas objeto de estudo neste CADERNO DE ORIENTAÇÕES estão consolidadas por décadas e concebidas no âmbito desta dinâmica, a SIE requerirá da projetista um ajuste da estrada no cenário em que encaixa, e não o contrário.

2.5 Documentação de ordem complementar necessária a implementação do Programa

Consideradas as particularidades das obras na forma como discorrida anteriormente, recomenda-se a elaboração de breves documentos como suporte orientativo as empresas consultoras responsáveis pela elaboração dos projetos de engenharia.

2.5.1 Caderno de Orientações Técnicas de Projeto

A compilação de projetos de engenharia de característica minimalista na forma como recomendada em parágrafos anteriores, difere substancialmente dos projetos padrão correntemente contratados pela SIE para atender as demandas de investimento destinadas a pavimentação de rodovias integrantes de sua malha de jurisdição, as quais se enquadram em termos da **hierarquia funcional de vias**, como **vias secundárias** ou **coletoras**, denotando em 1ª instância, elevados volumes de tráfego (Muito acima de 300 Veículos/Dia) onde circula expressiva frota de caminhões pesados.

Por essa razão, a compilação deste **CADERNO DE ORIENTAÇÃO TÉCNICA DE PROJETOS**, documento de cujas bases rápidas e diretas, busca orientar as consultoras para sua elaboração pelo simples fato de que, por tratar-se de vias terciárias, sua premissa básica parte do pressuposto de que a linha-base do projeto se orientará pelo eixo do traçado existente; assim como, seu perfil longitudinal; de cujas linhas de cota deverão ser preservadas em seu estado natural; salvo por pequenas correções pontuais.

2.5.2 Geral

Considerando-se a característica única dos projetos de engenharia que deverão ser compilados para execução das obras de pavimentação de estradas rurais, ou seja, sob a ótica minimalista, que resguarda relativa distância dos projetos tradicionais destinados a infraestrutura de estradas de característica secundária ou coletora, a tabela adiante apresenta, ainda que em linhas gerais, as partes básicas que devem contemplar tais projetos.

Quadro 2 - Partes integrantes do Projeto de Engenharia

Parte do Projeto	Volume	Título
I	1	a) Memorial Descritivo (fotos georreferenciadas das vias existentes envolvidas, estudos hidrológicos, geotécnicos, memória de cálculo)
II	2	b) Projeto geométrico c) Projeto de Terraplanagem d) Projeto Geotécnico
III	2	e) Projeto de drenagem corrente f) Projeto de drenagem superficial g) Projeto de drenagem especial
IV	2	h) Projeto estrutural do pavimento i) Projeto de Serviços e Obras complementares j) Projeto de drenagem especial
IV	2	k) Planilha de quantidades de serviços/orçamento de projeto l) Lista de equipamentos mínimos

Obs.:

- i. O volume de tráfego diário deverá ser autodeclarado pela prefeitura, assumindo que o tráfego se enquadra na exigência do programa. Em caso desse volume ultrapassar o estabelecido, também deverá ser autodeclarado, e através de métodos mecânicos comprovar a nova estrutura de pavimento.
- ii. Memorial Descritivo da Obra, além das informações gerais e estudos (topográficos, geológicos, hidrológicos, etc.) incluir fotos atual da via existente e incluir o modelo de placa padrão do programa nos quantitativos.
- iii. Memória de cálculo das quantidades previstas nos serviços que compõem a obra, detalhando os valores adotados com base nos projetos apresentados. Isso facilita a análise técnica dos projetos de engenharia e reduz os erros.
- iv. Declaração de não necessidade de desapropriação para implementação do projeto de pavimentação proposto.
- v. Cálculo do BDI utilizado;
- vi. Documentação técnica complementar necessária: ART do responsável técnico de projeto, orçamento e memorial.

3 Serviços e Obras de Engenharia Minimamente Necessários Ao Programa

3.1 Obras de Arte Especiais - Pontes

Nos segmentos poderão ocorrer a existência ou necessidade de pontes e pontilhões cruzando pequenos cursos d'água, muitas delas construídas em décadas anteriores e carecendo de pequenos reparos, ou até mesmo necessitando a substituição/reconstrução de sua estrutura de base, mesoestrutura e partes afins. Em sua expressiva maioria, compostas por estruturas de madeira, tais pontes e pontilhões são carentes de inspeções rotineiras para avaliação de sua condição estrutural.



Imagem 2



Imagem 3



Imagem 4

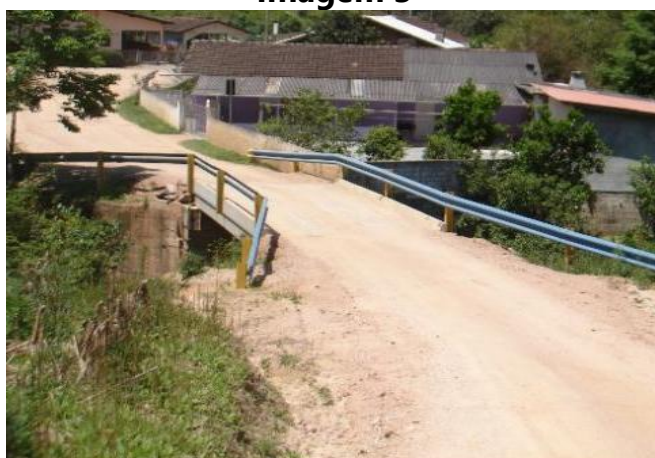


Imagem 5

A avaliação das OAE's deverá ser realizada considerando as seguintes variáveis:

- ▶ Enquadramento da estrutura existente em níveis adequados de funcionamento às condições hidrológicas locais,
- ▶ Tipo de tráfego circulante e,
- ▶ Estado estrutural de suas partes, etc., em princípio, tal situação é potencial à instalação de um novo dispositivo de drenagem especial, o qual poderia ser constituído na forma de uma ponte propriamente dita em concreto armado ou uma estrutura celular, simples ou dupla dotada de todos os equipamentos complementares correntemente indicados (guarda-corpo, defensas de proteção e placas de sinalização).

Em tais trabalhos, obrigatoriamente devem ser realizados:

- ▶ Estudos hidrológicos para averiguação e cálculo da área da bacia de contribuição,
- ▶ *Análise criteriosa acerca do tipo específico de elemento estrutural de construção*, ponte bi apoiada ou unidades celulares compostas por vãos simples, duplos ou triplos (também denominados bueiros celulares),
- ▶ Estudos detalhados sobre o posicionamento da nova estrutura frente a ajustes locais de traçado e perfil porventura indicados pelo projeto de engenharia.

Nos casos de menor seriedade de intervenção, a simples implantação de dispositivos de sinalização e proteção para melhoramento das condições de ingresso de veículos em tais circunstâncias se mostra necessária, medida implementada por intermédio da instalação de pequenos segmentos de defensas, cuja constituição poderia ser metálica, em madeira ou outro material apropriado existente no mercado.

Nos casos onde houver necessidade de substituição dos dispositivos, as prefeituras ficarão responsáveis pelo projeto e pela futura obra.

3.2 Ajustes da Plataforma x Seção Transversal de Referência

3.2.1 Geral

Em suma, a essência desta atividade compreende a movimentação de solos e materiais correlatos, inclusos neste grupo de serviços:

- ▶ a execução de cortes e aterros ao longo do corpo da plataforma, operação realizada com a utilização de materiais provenientes do próprio greide e perfil existente, ou ainda, por intermédio da exploração/abertura de caixas de empréstimos situadas nas áreas de entorno ou externas; devendo o resultado deste trabalho produzir o perfil geométrico de projeto (vide ilustração adiante);
- ▶ a construção de camadas de reforço do subleito;
- ▶ a realização de bota-fora, operação destinada à remoção/transporte/depósito/manejo dos materiais considerados inservíveis aos propósitos de projeto, ou seja, casos de solos que não se enquadrem a índices geotécnicos mínimos (baixo índice de suporte, solos moles, solos orgânicos, etc.),
- ▶ a compactação de camadas constituindo o corpo de aterros que foram construídos, as superfícies finais de terraplenagem, ou ainda, camadas nobres de revestimentos estruturais compondo pavimentos projetados.

De maneira geral, dependendo do greide projetado, a superfície resultante da etapa final dos serviços de terraplenagem de uma dada estrada pode estar assentada nos solos constituídos pelos materiais originais do próprio subleito existente, ou ainda formados por corpos de aterro construídos por solos importados de outros pontos do traçado ou de fontes externas.

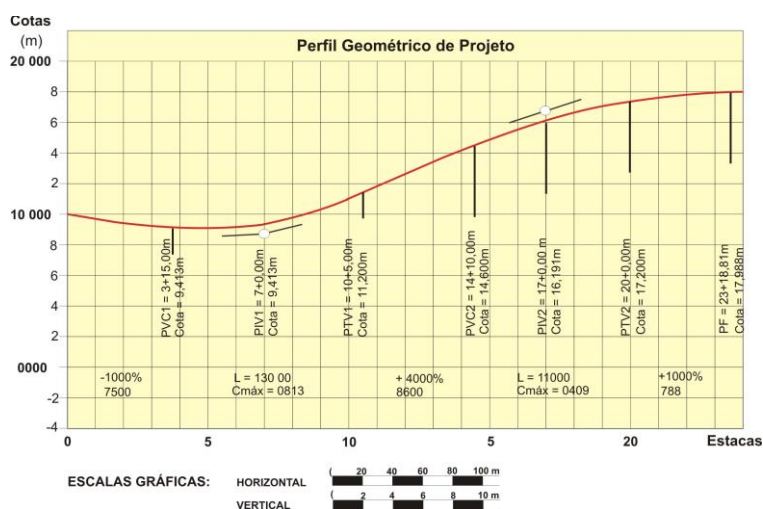


Ilustração 4

O DNIT, órgão federal que publica a imensa maioria de especificações técnicas do setor rodoviário nacional e fonte de consulta e referência de instituições públicas e privadas atuando no setor de infraestrutura rodoviária do país, estabelece em seu caderno de Normas Técnicas a Especificação DNER ES – 299/97 que orienta, nos aspectos físicos quanto aos métodos de construção e as exigências de controle tecnológico, a operação correntemente praticada pelo setor e denominada de “regularização e Compactação do Subleito”. Esta especificação pode ser empregada para o controle dos serviços e obras correlatas ao preparo da superfície final de terraplenagem de estradas rurais de baixo volume de tráfego, cujos parâmetros de exigências no âmbito geotécnico estão apresentados na tabela na sequência.

Pela própria natureza das estradas rurais objeto da presente publicação, de característica “**não pavimentada**”, quando muito, providas de camada de rolamento em revestimento primário, o subleito se constitui em sua própria estrutura de pavimento, e nesse caso, o Índice de Suporte (ISC ou CBR) se qualifica como um dos parâmetros geotécnicos mais importantes no que se refere à qualidade dos materiais de sua constituição, entre outros requisitos mínimos.

Quadro 3 – Especificação técnica DNER - ES

REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DO SUBLEITO

Não possuir partículas com diâmetro máximo acima de 76 mm (3 polegadas)

ISC ≥ ao indicado em projeto, Índice de expansão ≤2%

Ensaio de compactação DNIT 137/2010

Ensaio de ISC DNER ME 049, com energia de compactação do ensaio acima

Obs.: Sugere-se um mínimo de um furo de sondagem para verificação do subleito e dos materiais.

Ainda segundo as normas praticadas pelo DNIT, para o caso de empréstimos destinados à integralização dos volumes previstos no projeto de terraplenagem, as exigências sugerem valores de CBR \geq a 6% de índice de suporte.

Em termos de expressividade de valores para o ISC, a South Dakota Local Transportation Agency adota a seguinte classificação:

- i. Baixo Suporte, CBR \leq 3%,
- ii. Médio suporte, 3% < CBR < 10% e,
- iii. Alto suporte, CBR > 10%.

A título de sugestão, seria desejável que os materiais de composição da superfície de fundação das estradas rurais tivessem CBR's em índices de suporte acima de 7%. Valores de CBR inferiores a 7%, denotam a necessidade de construção de camadas de reforço do subleito, devendo elas serem constituídas priorizando a utilização de materiais locais e alternativos, como por exemplo:

- ▶ Bica corrida
- ▶ Solo-brita
- ▶ Pedra Pulmão
- ▶ Reforço do subleito/sub-base com Material Fresado
- ▶ Solos de Jazidas Locais:
 - ▶ - Cascalhos
 - ▶ - Seixo Rolado
 - ▶ - Saibros

3.2.2 A Eventual Conformação de Cortes

Os cortes são segmentos da estrada que exigem a escavação de materiais do terreno natural, ao longo do eixo, estendendo-se até o limite da seção de projeto, elemento que define o corpo da plataforma, compreendendo a escavação e carga dos materiais constituintes do terreno natural até o greide de terraplenagem indicado no projeto (Greide de Projeto).

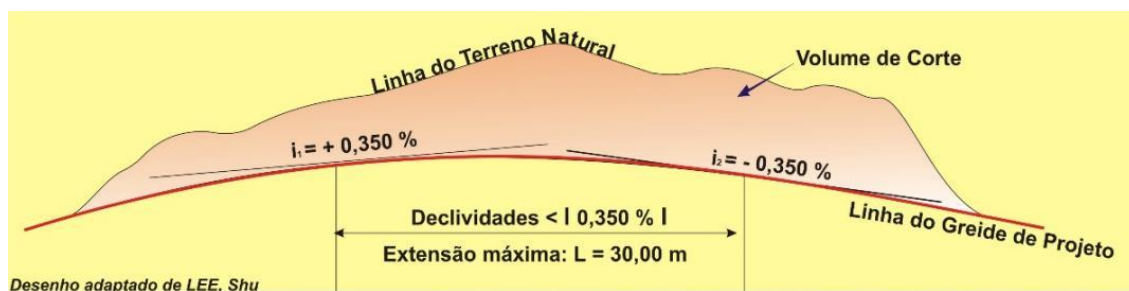


Ilustração 5

Paralelamente à construção da seção transversal de projeto e a realização de cortes para formação do greide, atenção especial deve ser dada à construção dos taludes, principalmente os de corte, os quais, se não manejados adequadamente, podem resultar sérios problemas, desde pequenos deslizamentos de solo até a interrupção completa da plataforma nos casos mais graves envolvendo instabilidade de taludes.

O processo para o estabelecimento das rampas de implantação, segundo uma extensa bibliografia versando sobre o tema, considera a adoção de fatores básicos tais como:

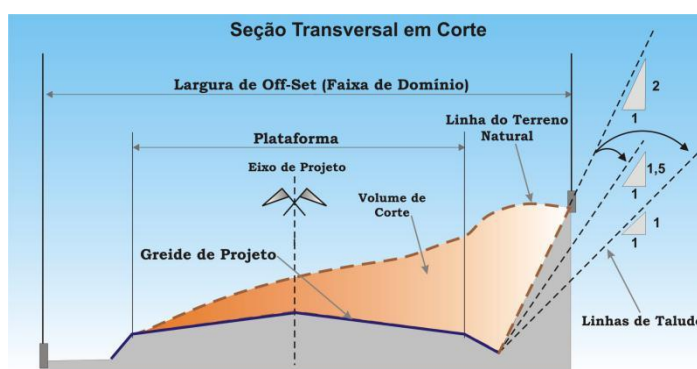


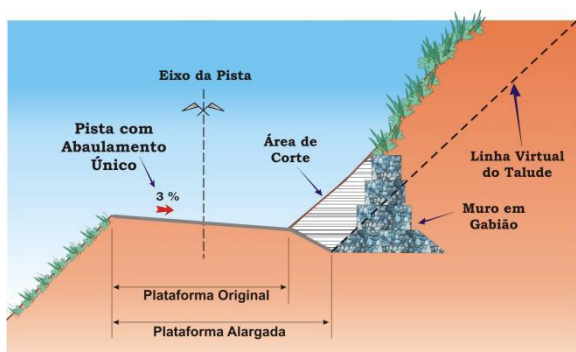
Ilustração 6

- ▶ A classe de projeto;
- ▶ A formação geológica da região de projeto;
- ▶ O relevo da área de entorno aos domínios da plataforma e o tipo de cobertura vegetal;
- ▶ A constituição mineralógica do maciço sob corte;
- ▶ As alturas destes maciços e,
- ▶ As condições da drenagem natural de contribuição deste maciço em relação à plataforma da estrada sob implantação ou melhoramento.

Os taludes, tanto de corte como de aterro, devem ser construídos de maneira que possam ser reflorestados, revestidos com proteção vegetal, ainda que cortes construídos sob solos compactos e estéreis, assim como seções compostas por material rochoso, sejam superfícies

de difícil implantação de cobertura vegetal de proteção, quer na forma de sementeira ou outro processo.

Em melhoramentos de estradas rurais cuja política de intervenção se baseie no traçado existente, e onde o projeto indique, por exemplo, a necessidade de alargamento pontual da seção transversal, os critérios para conformação de taludes não podem ser tão restritivos, caso, por exemplo, de segmentos situados em meia encosta.



Nas situações em que os taludes originais detenham elevada altura, teremos nesse caso uma maior movimentação de volumes de terraplenagem, com a conseqüente elevação dos custos decorrentes, além de impingir mudanças radicais de cenário, expondo superfícies originalmente protegidas com vegetação instalada em longos anos

Ilustração 7

E nessas circunstâncias, as quais devem ser analisadas com bastante critério caso a caso, podem ser construídas pequenas estruturas de arrimo na base do talude, preferencialmente em gabiões.

Como resultado da aplicação desta técnica, os distúrbios na estrutura original do maciço seriam mínimos, além de reduzir significativamente os volumes de escavação. A prévia análise da adoção deste procedimento deve levar em conta fatores como:

- i. As condições estruturais do maciço e sua formação geológica,
- ii. O estado e configuração da drenagem natural,
- iii. O tipo e constituição mineralógica dos solos constituintes do talude,
- iv. *Histórico de deslizamentos e instabilidades* porventura ocorrentes na região de entorno.

Obs.: Deve-se considerar nestes casos uma redução da seção transversal, devendo a mesma ser estudada e a partir dessa redução das larguras, prever sinalização compatível com a nova seção no segmento em questão.

3.3 O Controle e Condução Racional das Águas De Contribuição a Plataforma – Drenagem Corrente

3.3.1 Drenagem da Plataforma

No meio rodoviário a drenagem é repartida sob três modais:

- i. A drenagem corrente,
- ii. A drenagem superficial e,
- iii. A drenagem especial (em casos específicos deverão ser tratados com a fiscalização);



Imagem 6

3.3.1.1 Drenagem Corrente

É constituída pelo sistema mais usual, onde as águas dos mananciais de pequeno porte integrado por córregos cruzando o traçado das estradas em seus talwegues são orientadas a transpor transversalmente a plataforma através da construção de dispositivos comumente denominados "bueiros". O profissional designado em projetar tais estruturas deve realizar prévio e minucioso reconhecimento de campo, uma vez que em algumas situações a necessidade de sua implantação não se mostra tão óbvia quando do momento de análise dos mapas, fotografias aéreas e demais elementos de apoio disponíveis.

Bueiros Tubulares



Ilustração 8

Os bueiros tubulares constituem-se nos dispositivos pelos quais a engenharia se utiliza para transportar e conduzir as águas correntes cortando o traçado das estradas, podendo os mesmos serem formados por elementos produzidos em concreto simples e armado, ou ainda compostos por anéis metálicos formando tubos corrugados comumente chamados tubos "Armco". Em concreto simples ou armado, o mercado produz tubos cujos diâmetros variam na faixa de 0,30 centímetros a 1,50 metros de circunferência para atender a vazões até um certo limite. Quando as vazões superam tais valores, ou dependendo das especificidades locais, os engenheiros se utilizam do emprego dos denominados bueiros celulares, constituídos por células pré-fabricadas de fácil manuseio e rapidez de montagem.

Após o processo de dimensionamento da seção de vazão, calculada com base em diversos fatores, os engenheiros, ainda na fase de projeto, estabelecem o ponto exato de sua construção, cujo posicionamento relativamente ao eixo da estrada pode ser locado a 90°, ou ainda em ângulo diverso, gerando os denominados bueiros esconsos. Os detalhes construtivos inerentes em projeto necessitam ser bastante cuidadosos de maneira ao posicionamento correto dos dispositivos de entrada d'água, denominadas bocas de montante; assim como das saídas d'água, também conhecidas como bocas de jusante. Este detalhe construtivo é decisivo ao bom funcionamento da estrutura de drenagem de modo que se evite o alinhamento do eixo em desacordo ao posicionamento longitudinal do talvegue ou curso d'água, o que poderia acarretar sérios distúrbios ao fluxo corrente d'água, e até mesmo provocar a erosão ou solapamento das estruturas de recepção.

Igualmente importante de atenção é a locação em perfil da estrutura, visto que, em alguns casos os dispositivos de saída extravasam além das saias de terraplenos formados por aterro, situação em que o projetista deve selecionar a melhor opção de descarga, se, posicionado em nível, ou construído em inclinação acompanhando a declividade natural do curso d'água, posicionando a boca de jusante desse modo ao nível do terreno de entorno.

Aspectos Construtivos

As etapas envolvendo a construção de bueiros tubulares podem ser resumidas nas fases:

- i. Locação do eixo principal de drenagem conforme projeto;
- ii. Escavação das valas para construção da estrutura conforme dimensões e cota de fundação do projeto;
- iii. Construção da estrutura de fundação composta por lastro de enrocamento em pedra de mão arrumada, superposta por berço de acomodação da tubulação em concreto ciclópico;

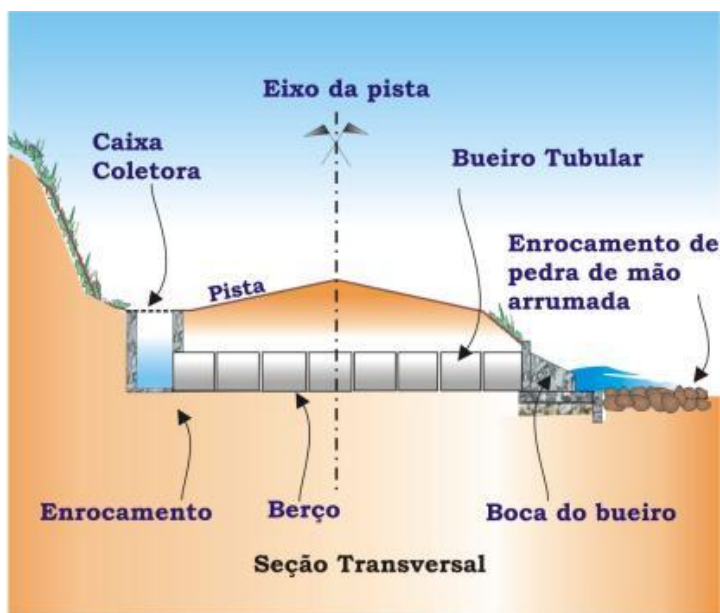


Ilustração 9

- iv. Lançamento das unidades tubulares, travejamento lateral e posterior preenchimento com argamassa das juntas de união;
- v. Construção dos dispositivos de recepção (boca de montante) e das saídas d'água (bocas de jusante);
- vi. Reaterro e apiloamento com o uso de sapo mecânico das camadas de solo selecionado até a cota superior do subleito segundo projeto.

3.3.1.2 Drenagem Superficial

Para que as obras de arte ditas correntes exerçam seu papel com plenitude é necessário dotá-las de dispositivos adequados de recepção e saída dos volumes d'água coletados junto à bacia hidrográfica de contribuição.

Esta drenagem é responsável pelo tratamento das águas de contribuição à plataforma, revestindo-se de importância capital ao bom estado de operação de uma estrada rural.

Para atender a esta particular drenagem, a engenharia rodoviária se utiliza de uma série de dispositivos e cuidados cujas características serão enumeradas individualmente adiante.

3.3.1.3 Técnicas e dispositivos de controle

Sarjetas

Estes dispositivos são os responsáveis pela captura, condução e destino adequado das águas superficiais proveniente das chuvas e escoamento sobre os domínios da plataforma. Pela sua simplicidade de configuração física, tais estruturas se fundem ao perfil da seção de rolamento, constituindo-se na parte terminal destas e sua interseção ao plano vertical de formação dos taludes de corte. Tanto quanto nos serviços de manutenção de rotina, quanto nas obras de reabilitação, sua conformação se dá concomitante ao trabalho de realização do abaulamento da pista de rolamento, tarefa habilmente conduzida por intermédio da extremidade da lâmina da motoniveladora

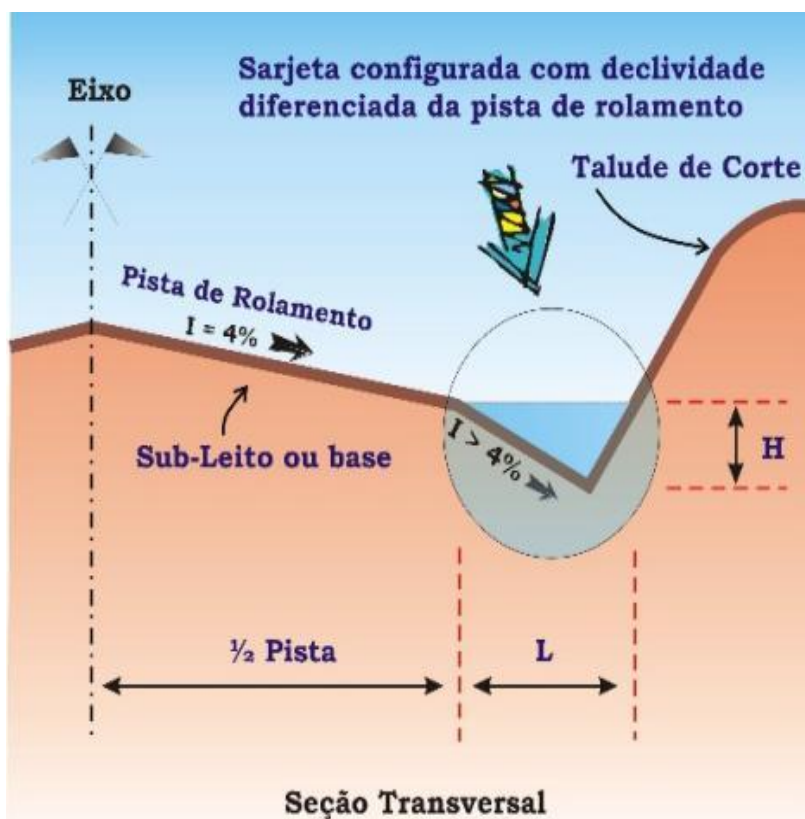


Ilustração 10

Em alguns casos, situação em que recebem um lastro de rocha graduada com o propósito de amortecimento dos efeitos erosivos das águas de coleta, tais estruturas são projetadas em seção trapezoidal, técnica que não se constitui como muito usual tendo em vista da necessidade de alocação de equipamento tipo retroescavadeira ou similar, além de sua forma não ser favorável em termos de segurança na eventualidade de um usuário acidentalmente posicionar uma das rodas do veículo por sobre ela, o que dificultaria sua transposição.

Desse modo, a prática corrente é a conformação de **seção triangular** acompanhando o gradiente de abaulamento da seção de tráfego, devendo ser alvo de manutenção frequente tendo em vista o acúmulo de sedimentos oriundos da pista de rolamento, bem como

proveniente dos taludes, provocando redução da seção de vazão e o comprometimento do seu funcionamento.

Em caso da necessidade de construção de dispositivos apresentando maior capacidade de volume, são executadas em gradiente diferenciado da pista. Nestes casos, quanto maior a profundidade de instalação da sarjeta, melhor será o efeito tanto da drenagem superficial quanto da estrutura do pavimento em si. Nos casos em que as extensões da sarjeta ultrapassam a capacidade de vazão da sarjeta, torna-se necessária sua interrupção, ponto em que são construídos os chamados "**bueiros de greide**", passando estes a constituir-se nos dispositivos com a função de recepção do parcelamento das águas, conduzindo-as em direção ao deságue em áreas convenientemente preparadas no lado oposto da plataforma.

Saídas d'água

As saídas d'água nada mais se constituem que o elemento de terminação das sarjetas, sendo mais conhecido em algumas regiões do Brasil simplesmente como "**bigodes**". São aberturas construídas nas áreas de terminação dos taludes, cuja função, por sua própria denominação, é a de permitir a descarga conveniente e em local adequando do volume d'água transportado pelas sarjetas.

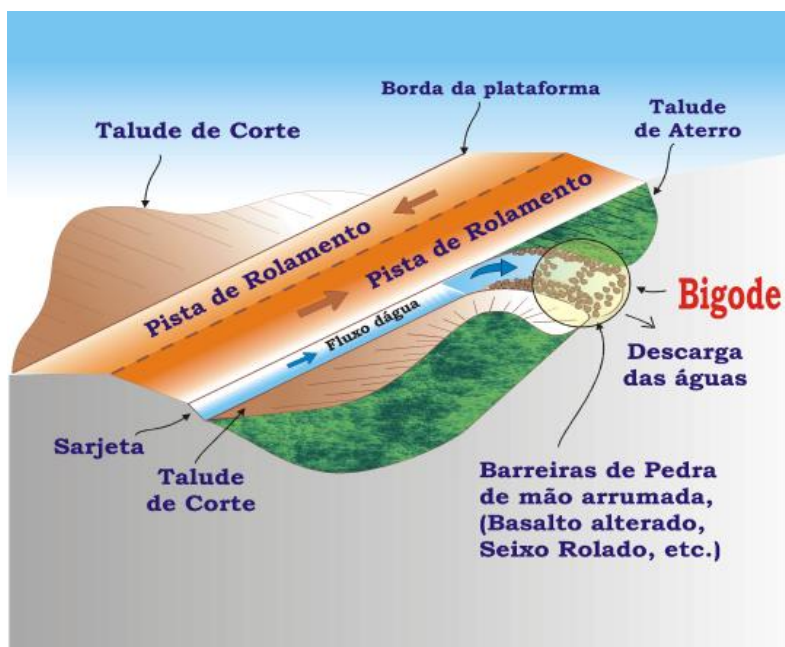


Ilustração 11

Em condições mais amenas de deságue, são simples aberturas por onde são dissipadas as águas superficiais. Em outros casos, quando o volume transportado é expressivo, recomenda-se a proteção das áreas de descarga através da deposição de material rochoso proveniente da seleção e manejo de jazidas de materiais para revestimento, restos de vegetais na forma de pequenas raízes destocadas, ou ainda, por intermédio da implantação de vegetação arbustiva perene.

Valetas de Proteção

A drenagem necessita ser tratada em todos os pontos da plataforma, e desse modo, as faixas-limite da abrangência do corpo da estrada constituído pelas cristas de corte e o pé dos aterros necessita ser protegidos com dispositivos adequados com o propósito de controle e direcionamento das águas de contribuição recaindo sobre seus domínios.

No caso dos taludes de corte, recomenda-se sua construção numa linha posicionada em afastamento de 3 metros justamente com o propósito de, em caso de sobrecarga, haja uma dissipação do excedente por sobre essa faixa remanescente, impedindo assim seu escoamento por sobre a face do talude. Para o caso das saias de aterro, tais dispositivos adquirem importância ainda maior pelo fato de que sua construção impedirá o arraste de sedimentos provenientes de saias de aterro ainda desnudas, desprovidas de cobertura vegetal de proteção, o que provocaria a contaminação de áreas adjacentes, córregos, rios ou outros mananciais hídricos.

3.4 A Sinalização Obrigatória

Usualmente, as estradas rurais não são dotadas de qualquer tipo de sinalização, exceto àquela interposta pelo poder municipal indicando localidades ou pontos notáveis com o propósito de quando muito, oferecer meios mínimos de facilidade ao acesso dos usuários às localidades, vilas e povoados que permeiam tais regiões.

Entretanto, uma vez pavimentada, os usuários **tendem a imprimir velocidades muitas vezes incompatíveis ao traçado**, o que poderia causar sérios acidentes.



Imagem 7



Imagem 8

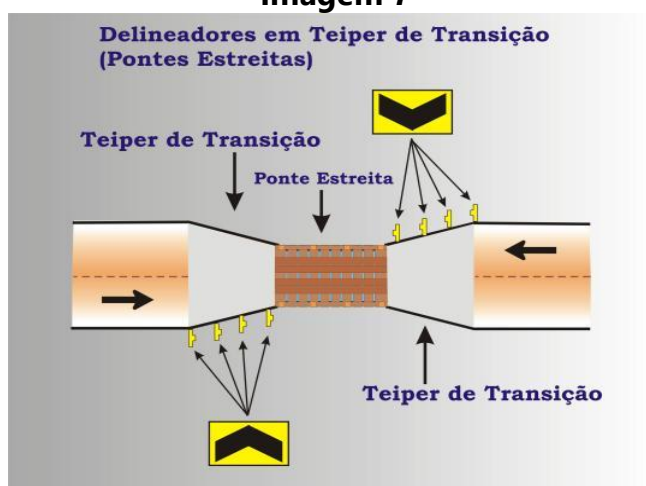


Ilustração 12

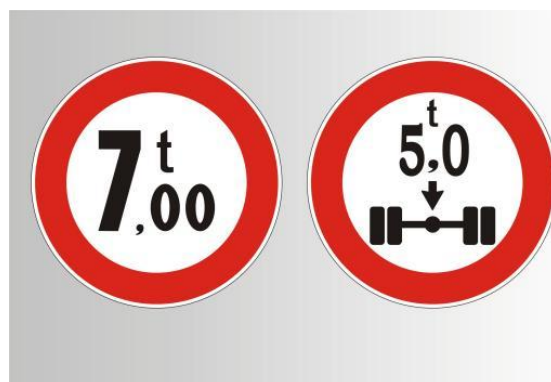


Ilustração 13

Deve-se prever **dispositivos mínimos de sinalização e advertência** com vistas ao incremento da segurança e facilidade de acesso às pessoas. Por tais razões, o projeto de engenharia deverá, **minimamente, indicar/sinalizar**:



Ilustração 14

- i. À Presença de curvas acentuadas e de raio reduzido;
- ii. À existência de estabelecimentos escolares ao longo do eixo de projeto ou em áreas próximas de entorno;
- iii. Locais de intenso cruzamento de pessoas;
- iv. Trechos apresentando intenso **trânsito de ciclistas**, assim como, outros *veículos de transporte rural* (Tratores, implementos agrícolas, carroças etc.);

- v. Existência de **sítios turísticos** e de **apelo cênico e paisagístico** na região de entorno; e;
- vi. Presença de pontes e pontilhões apresentando restrição de acesso de veículos, como por exemplo, estruturas dotadas de pista única de rolamento, ou ainda, estruturas com limitação de tonelagem à passagem de veículos de transporte de carga.

3.5 Critérios para Pavimentação

Critérios de Dimensionamento:

- ▶ Método DNIT (DNER 1981) – Método Mecanístico
- ▶ CBR mínimo 7,00%
- ▶ CBR < 7% - substituição/troca de solo por solo da região com maior capacidade de suporte
- ▶ VMD \leq 200
- ▶ 10% Veículos comerciais, ou seja, limite de 20 veículos comerciais por dia.
- ▶ Número N \leq 1×10^5 (estimado)



Imagem 9 – Seção típica de pavimento

Essa é uma estrutura típica, cada projetista deve analisar e dimensionar o pavimento conforme normativa vigente. Podendo ocorrer situações já existentes em que cabe a análise do aproveitamento das mesmas na estrutura da pavimentação. As fotos, sondagens e inspeção “in loco” devem balizar a utilização destas estruturas existentes.

Obs.:

- ▶ A base de Bica Corrida deverá prever material de preenchimento ou fechamento afim de facilitar o serviço posterior de imprimação.
- ▶ Para a pavimentação de trechos aonde a via já está implantada ou em trechos com greide colado (sem necessidade de grandes operações de terraplanagem), considerar o preconizado na especificação, DEINFRA-SC – ES-P 01/16: REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO¹.

Como forma de redução de custos de pavimentação podem ser consideradas como materiais constituintes de camadas de base e sub-base os seguintes materiais alternativos:

- ▶ Bica corrida
- ▶ Solo-brita
- ▶ Solos de Jazidas Locais: Cascalhos, Seixo (bruto / classificado / britado), Saibros, Pedra pulmão
- ▶ Material oriundo da fresagem de revestimentos asfálticos.

Obs.:

- ▶ A pavimentação através de placas de concreto ou pavimento rígido também poderá ser adotada desde que atenda as exigências do programa e serão analisadas caso a caso.

¹ A Regularização do Subleito é o conjunto de operações executadas na superfície do subleito de rodovias a pavimentar, compreendendo cortes e/ou aterros até 0,20 m de espessura e a compactação da mesma, de modo a conferir condições adequadas em termos geométricos e tecnológicos.

A utilização destes materiais fica condicionada ao atendimento à respectiva Especificação de Serviço, vigente na SIE, ou quando não houver, vigente no DNIT ou em outro órgão rodoviário estadual. Citadas a seguir:

- ▶ DEINFRA-SC ES-P 02/16 – CAMADAS ESTABILIDAZADAS GRANULOMETRICAMENTE – SIE/SC
- ▶ ET-DE-P00/010 – SUB-BASE OU BASE DE BICA CORRIDA – DER/SP.
- ▶ ET-DE-P00/006 - SUB-BASE OU BASE DE SOLO BRITA – DER/SP

Obs.:

- ▶ Para fins de dimensionamento da Estrutura de Pavimentação adotar Método Mecânico, este servirá de balizador para a estrutura a ser adotada. A análise mecânica de pavimentos consiste em calcular as respostas estruturais (tensões, deformações e deslocamentos) do pavimento devido as cargas do tráfego e verificar o número de solicitações que levam à sua falha estrutural.
- ▶ Para fins de dimensionamento de pavimentos em concreto envolve a seleção da espessura e materiais adequados para suportar o tráfego esperado e as condições do local. Métodos como o da Portland Cement Association (PCA) e o método do DNER/81

4 A Variável Ambiental - Implicações de Sustentabilidade/Cenário de Entorno

Em retorno a premissa básica que orientará todas as obras de pavimentação asfáltica previstas no escopo do Programa **ESTRADA BOA RURAL**, onde a realização de melhoramentos na infraestrutura viária vicinal de um elenco expressivo de municípios catarinenses, onde se pautar pela preservação da **linha-base dos traçados de estradas já existentes e consolidados**, no campo ambiental as resultantes desta estratégia deverão:



Imagem 10

- ▶ Evitar a mínima supressão da vegetação nativa;
- ▶ Evitar atuar em estradas integrando Áreas de Preservação Permanente – APP; Áreas de Conservação; e/ou áreas compondo Reservas Indígenas.

5 Orçamento Referencial

Com o intuito de balizar a elaboração dos orçamentos dos projetos foi elaborado um orçamento referencial, com base em uma planilha de quantidades por quilômetro. Com isso obteve-se um orçamento/custo referencial por quilômetro de rodovia a ser pavimentada.

Foram considerados os serviços constantes em obras de mesmo padrão realizadas atualmente pela SIE/SC.

A planilha apresentada quantifica serviços por disciplinas:

- ▶ Serviços Preliminares
- ▶ Pavimentação
- ▶ Aquisição de Insumos Asfálticos
- ▶ Drenagem
- ▶ Sinalização

Este orçamento paramétrico observou todos os serviços pertencentes a cada disciplina da obra, sendo adotado a extensão padrão de 1 km para fins de padronização. Este orçamento parametrizado serviu de base para orçamentação do programa adotando para sua quantificação a **Seção Transversal de Referência** e **Seção Típica de Pavimento**.

Os projetos para serem inseridos no programa deverão manter um padrão que atenda a proposta do programa, tanto de geometria quanto de estrutura de pavimento, devendo os custos por quilômetro ficarem dentro da expectativa anunciada de R\$ 1 milhão/km, eventuais excedentes deverão ser justificados e convertidos em contrapartida do Município.

Obs.:

- ▶ Informar as tabelas referenciais de mercado a serem consultadas e aplicadas: SICRO; DEINFRA; SINAPI-SC; PESQUISA DE MERCADO LOCAL;
- ▶ Informar o BDI a ser aplicado na obra.

Orçamento Referencial Estimado – Programa Estrada Boa Rural

Dados do Projeto:

Largura Offset = 7,00 metros

Largura do Pavimento = 6,00 metros

Extensão = 1.000,00 metros

Base + Sub-base = 0,32 metros (32cm)

Asfalto = 0,04 metros (4 cm)

BDI Aplicado levando em consideração a taxa Selic do mês de maio de 2025 (14,25%) e ISS de 3%



Atualização por índice FGV para data base maio/2025

Sistema	Código	Serviço	Unid.	Qtd.	Custo Unitário	BDI	VALOR TOTAL
SERVIÇOS PRELIMINARES							R\$ 14.038,04
SICRO	COMPOSIÇÃO	ADMINISTRAÇÃO LOCAL	UND	1,00	R\$ 5.513,49	26,68%	R\$ 7.038,08
SICRO	COMPOSIÇÃO	MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO	UND	1,00	R\$ 2.366,30	26,68%	R\$ 2.923,97
SICRO	COMPOSIÇÃO	CANTEIRO DE OBRAS	UND	1,00	R\$ 3.155,07	26,68%	R\$ 4.075,99
PAVIMENTAÇÃO							R\$ 664.134,95
SICRO	4011209	REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO	M2	7000,00	R\$ 1,58	26,68%	R\$ 14.083,68
DER/PR	530200	EXECUÇÃO DE BASE DE BICA CORRIDA	M3	1920,00	R\$ 11,24	26,68%	R\$ 27.706,18
DER/PR	I -130000	AQUISIÇÃO DE BICA CORRIDA PARA PAVIMENTAÇÃO	M3	1920,00	R\$ 87,28	15,00%	R\$ 195.305,68
SICRO	5914374	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 10 M3 - RODOVIA REVESTIMENTO PRIMÁRIO	TKM	163200,00	R\$ 1,03	26,68%	R\$ 214.051,52
SICRO	4011351	IMPRIMAÇÃO COM EAI	M2	6000,00	R\$ 0,38	26,68%	R\$ 2.912,15
SICRO	4011353	PINTURA DE LIGAÇÃO	M2	6000,00	R\$ 0,28	26,68%	R\$ 2.139,29
SICRO	4011463	CONCRETO ASFÁLTICO - FAIXA C -12,5 - (USINAGEM E APLICAÇÃO)	T	564,00	R\$ 219,10	26,68%	R\$ 157.356,83
SICRO	-	AQUISIÇÃO DE AREIA E BRITA PARA CONCRETO ASFÁLTICO - FAIXA C -12,5 - AREIA E BRITA COMERCIAIS	T	535,87	R\$ 81,65	15,00%	R\$ 50.579,63
AQUISIÇÃO INSUMOS ASFÁLTICOS							R\$ 194.699,74
ANP	COMPOSIÇÃO	AQUISIÇÃO E TRANSPORTE DE CAP 50-70	T	28,20	R\$ 5.292,95	15,00%	R\$ 172.486,44
ANP	COMPOSIÇÃO	AQUISIÇÃO E TRANSPORTE DE EMULSÃO ASFÁLTICA PARA SERVIÇO DE IMPRIMAÇÃO	T	4,20	R\$ 2.878,17	15,00%	R\$ 13.612,24
ANP	COMPOSIÇÃO	AQUISIÇÃO E TRANSPORTE DE EMULSÃO ASFÁLTICA RR-2C	T	1,80	R\$ 4.159,51	15,00%	R\$ 8.601,06
DRENAGEM							R\$ 111.019,07
SICRO	4805762	ESCAVAÇÃO MECÂNICA DE VALA EM MATERIAL DE 2ª CATEGORIA	M3	100	R\$ 8,29	26,68%	R\$ 1.061,94
SICRO	4815671	REATERRO E COMPACTAÇÃO COM SOQUETE VIBRATÓRIO	M3	49,76	R\$ 18,16	26,68%	R\$ 1.157,55
SICRO	804031	CORPO DE BSTC D = 0,80 M PA2 - AREIA, BRITA E PEDRA DE MÃO COMERCIAIS	M	100	R\$ 630,56	26,68%	R\$ 80.773,72
SICRO	804101	BOCA DE BSTC D = 0,80 M - ESCONSIDADE 0° - AREIA E BRITA COMERCIAIS - ALAS RETAS	UN	8	R\$ 1.257,71	26,68%	R\$ 12.888,85

SICRO	2003321	SARJETA TRIANGULAR DE CONCRETO - STC 02 - AREIA E BRITA COMERCIAIS	M	130	R\$ 90,90	26,68%	R\$ 15.137,01
SINALIZAÇÃO							R\$ 16.680,00
SICRO	5213360	TACHA REFLETIVA EM PLÁSTICO INJETADO - BIDIRECIONAL TIPO I - COM UM PINO - FORNECIMENTO E COLOCAÇÃO	UN	62,50	R\$ 31,66	26,68%	R\$ 2.551,42
SICRO	5213359	TACHA REFLETIVA EM PLÁSTICO INJETADO - MONODIRECIONAL TIPO I - COM UM PINO - FORNECIMENTO E COLOCAÇÃO	UN	125,00	R\$ 27,91	26,68%	R\$ 4.498,43
SICRO	5213400	PINTURA DE FAIXA COM TINTA ACRÍLICA - ESPESSURA DE 0,4 MM	M2	300,00	R\$ 21,20	26,68%	R\$ 8.200,64
SICRO	5213441	PLACA DE REGULAMENTAÇÃO EM AÇO D = 0,80 M - PELÍCULA RETRORREFLETIVA TIPO I + SI - FORNECIMENTO E IMPLANTAÇÃO	UN	1	R\$ 446,53	26,68%	R\$ 564,32
SICRO	5213465	PLACA DE ADVERTÊNCIA EM AÇO, LADO DE 0,80 M - PELÍCULA RETRORREFLETIVA TIPO I + SI - FORNECIMENTO E IMPLANTAÇÃO	UN	1	R\$ 446,49	26,68%	R\$ 564,27
SICRO	5216111	SUORTE PARA PLACA DE SINALIZAÇÃO EM MADEIRA DE LEI TRATADA 8 X 8 CM - FORNECIMENTO E IMPLANTAÇÃO	UN	2	R\$ 119,06	26,68%	R\$ 300,93
						TOTAL	R\$ 1.000.571,80

6 Modelo de Placa de Obra

A placa de identificação de obra do Programa Estrada Boa Rural seguirá o modelo apresentado abaixo:

 			<h1>DESCRIÇÃO DA OBRA</h1>		
Convênio N° 000.000-00		Valor: R\$ 0.000.000,00			
Recurso Estadual: R\$ 0.000.000,00		Contrapartida: R\$ 0.000.000,00			
Fonte Financiadora da Contrapartida: Nome da Fonte Financiadora					
Concedente: Nome do Concedente		Órgão/Entidade Executora: Nome da Entidade			
Prazo execução: 000 dias		Início: 00/00/0000	Término: 00/00/0000		
Construtora: Nome da Empreiteira		Mais informações: www.sctransferencia.sc.gov.br			

O modelo será obrigatório, seguindo as seguintes especificações

- ▶ Proporção de 3x1 módulo;
- ▶ Texto tipo "*familia avenir*" centralizado nos dois módulos da direita no valor de 1/5 de módulo;
- ▶ Logomarca do governo e logo Programa Estrada Boa Rural de acordo com o "*Manual de Marca GOV/SC*".
- ▶ Cores padrão do "*Manual de Marca GOV/SC*".

Obs.:

No caso de Município optar por outras modalidades de contrapartida, que não o financiamento, o campo destinado a este fim deverá conter a informação sobre a natureza desta contrapartida, como por exemplo "*Recursos Próprios*".

7 Referências bibliográficas

1. BAESSO, Dalcio Pickler et GONÇALVES, Fernando L. R. **Estradas Rurais – Técnicas Adequadas de Manutenção**. Florianópolis, 2003.
 2. Bublitz, Udo; Castro Campos, Leopoldo; **Adequação De Estradas Rurais Em Microbacias Hidrográficas** – Especificações De Projeto E Serviços. Curitiba, 1993.
 3. Departamento de Estradas de Rodagem de Santa Catarina – DER-SC, **Projeto Tipo de Drenagem e Obras de Arte Correntes**. Florianópolis, 1984.
 4. Keller, Gordon – Sherar, James – Usda, Forest Service - National Forests Of North Carolina – Usa, **Ingeniería De Caminos Rurales – Guía De Campo Para Las Mejores Prácticas En Administración De Caminos Rurales** – Secretaria De Comunicaciones Y Transporte – Sct, Instituto Mexicano Del Transporte, Julho de 2003 ;
 5. LEE, Shu Han. **Introdução ao Projeto Geométrico de Rodovias**, Parte 1, Programa Especial de Treinamento da Engenharia Civil. Florianópolis: Editora da UFSC, 2002.
 6. Normas Para Elaboração e Contratação de Projetos de Engenharia para Adequação de Estradas Rurais/PEMBH, Componente: “Adequação De Estradas Rurais” SAA/CATI. São Paulo, 2000.
 7. **Projetos de Melhoramentos de Estradas Rurais elaborados pela Secretaria de Estado da Infraestrutura – SIE, 2013**; para atender às demandas de melhoramento das condições de acesso de estradas rurais selecionadas de apoio pelo Projeto de Desenvolvimento Rural Sustentável denominado, PROGRAMA SANTA CATARINA RURAL.
 8. Secretaria de Estado da Infraestrutura de Santa Catarina – SIE, Programa Santa Catarina Rural, Componente: Promoção da Competitividade Rural, Subcomponente: Infraestrutura, Atividade: **Estradas Rurais Terciárias, Manual Operativo**, Florianópolis, 2010.
-