



**GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ**
Secretaria das Cidades

SOP-CE
SUPERINTENDÊNCIA
DE OBRAS PÚBLICAS



8 - PROJETO DE TERRAPLENAGEM

Av. Alberto Craveiro, 2775 – Térreo – Castelão – CEP: 60861-211 – Fortaleza, Ceará, Brasil
CNPJ: 33.866.288/0001-30 – Telefone: 85 3295.6217/ 3295.6184



8 - PROJETO DE TERRAPLENAGEM

8.1 - Introdução

O Projeto de Terraplenagem foi elaborado de acordo com as *Instruções de Serviço para Projeto de Terraplenagem (IS-12)* do Manual de Serviços para Estudos e Projetos Rodoviários do DER/CE.

8.2 - Critérios de Execução

- a) **Desmatamento, destocamento e limpeza** → serão executados nos seguintes locais:
- i. Faixa de domínio de todo o trecho para alargamento da plataforma (20 m de largura para cada lado)
 - ii. 36 empréstimos (área utilizada).
- b) **Arrasamento de aterro** → foi previsto ao longo do trecho para alargamento da plataforma.
- c) **Escavação, carga e transporte de material** → para os seguintes locais:
- i. Cortes para aterros (ver movimento de terra)
 - ii. Cortes para bota-fora (ver movimento de terra)
 - iii. Empréstimos para aterro (ver movimento de terra)
- d) **Bota-fora** → os materiais provenientes dos cortes de 1ª categoria cuja utilização é impossível devido a pequena quantidade escavada, expurgo ou excesso de material, serão encaminhados para bota-foras indicados no início dos cortes;
- i. Os materiais provenientes dos cortes de 3ª categoria (rocha);
 - ii. O material proveniente da demolição de residências atingidas, ampliação e recuperação de bueiros existentes também serão encaminhados para bota-foras nos mesmos locais indicados;



- e) **Indenização de Jazidas** → foi previsto a nível de orçamento a indenização de jazidas e empréstimos de matérias utilizados no projeto.

Para todos os volumes geométricos dos aterros, foi considerado um fator de acréscimo de 20 %.

Após análise das seções transversais foram introduzidos alargamentos de corte com 5,0 m de largura a partir do bordo da pista projetada, visando aumentar a disponibilidade de materiais para os aterros, reduzir a implantação de drenos profundos e sarjetas de corte e melhorar a visibilidade da rodovia.

▶ **Execução do aterro**

- A espessura da camada compactada não deverá ultrapassar 20 cm;
- Não será permitido o uso de solo com ISC < 3 % e expansão > 2 %;
- A compactação deverá atingir no mínimo, 100 % da MEAS máxima obtida pelo ensaio DNER-ME-47/64 (Proctor Normal);
- A espessura mínima da camada compactada não deverá ser inferior a 10 cm.

Em aterro com mais de 0,20 m de altura, a camada final superior (última camada) deverá ser executada de acordo com as tolerâncias da SOP-ES-P-01/19 – Regularização do Subleito.

A compactação dos solos nas proximidades das obras de arte, drenagem ou áreas de difícil acesso, será feita com uso de equipamento adequado, como soquetes manuais e compactadores manuais vibratórios e pneumáticos, com espessura das camadas compatíveis com controle da MEAS e umidade.

Os controles geométricos e geotécnicos serão executados de acordo com as Especificações SOP-ES-T-06/19.

A utilização dos empréstimos está condicionada ao que prescreve as Especificações SOP-ES-T-05/19.

Para o cálculo do volume de aterro dos limpa roda a projetista utilizou a área calculada de 112,92 m² para cada limpa roda, adotando uma altura H = 1,00 m.

M



8.3 - Seções Transversais Tipo e Taludes

As seções transversais tipo de terraplenagem foram elaboradas em obediência à plataforma de pavimentação indicada para os aterros de acordo com o quadro 32.

Quadro 32 – largura da seção transversal de terraplenagem

Pista de rodagem	2 x 3,00 m
Faixa de segurança	2 x 0,50 m
Folga da pavimentação	2 x 0,30 m
Drenagem em corte	1,00 m
Drenagem em aterro	0,50 m
Largura da total (aterro)	8,60 m

Com base nos estudos geológicos/geotécnicos e nas experiências em implantações executadas na região do Projeto, os taludes terão as seguintes inclinações:

- * **Aterro** → 3,0 (H) : 2,0 (V)
- * **Corte** → 2,0 (H) : 3,0 (V)

Apresentamos no Volume 2 – Projeto de Execução as seções transversais – tipo em corte e aterro, com os taludes adotados.

8.4 - Notas de Serviço de Terraplenagem

As notas de serviço de terraplenagem foram elaboradas, após aprovação das geometrias propostas, tomando como base o eixo projetado contendo todos os elementos necessários para a marcação e execução da terraplenagem.

M



8.5 - Cubação dos Volumes

A cubação dos volumes de terraplenagem foi elaborada, após aprovação das geometrias propostas, na gabaritagem das seções de projeto lançado sobre o terreno, através de Sistemas Topográficos.

Os volumes de terraplenagem foram obtidos a partir do cálculo dos volumes de corte e aterros para o eixo projetado.

Os volumes de alargamento de corte e de aterro para implantação de interseções foram contemplados junto com os volumes escavados para o alargamento do trecho.

8.6 - Empréstimos

Para cada empréstimo estudado foram apresentados os croquis de localização, com a área e a profundidade de exploração, o volume útil, o boletim das sondagens e os resultados dos ensaios tecnológicos executados. Estes elementos estão contidos no Volume 2B – Estudos Geotécnicos.

Para a exploração dos empréstimos serão obedecidos os critérios das Especificações do SOP-ES-T-05/19, pertinentes a esses serviços, quanto à localização, taludes, drenagens, etc., além do que prescreve a SOP-ES-PA-01/19, sobre a Proteção Ambiental.

8.7 - Distribuição dos Materiais

A distribuição dos materiais é apresentada no Volume 2, em quadros próprios com a origem e o destino dos materiais de terraplenagem e suas respectivas distâncias de transportes.



GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ
Secretaria das Cidades

SOP-CE
SUPERINTENDÊNCIA
DE OBRAS PÚBLICAS



9 - PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

M

Av. Alberto Craveiro, 2775 – Térreo – Castelão – CEP:.60861-211 – Fortaleza, Ceará, Brasil
CNPJ: 33.866.288/0001-30 – Telefone: 85 3295.6217/ 3295.6184



9 - PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

9.1 - Introdução

O Projeto de Pavimentação foi elaborado de acordo com as *Instruções de Serviço para Projeto de Pavimentação – Pavimentos Flexíveis (IS-14)* contidas no Manual de Serviços para Estudos e Projetos Rodoviários do DER/CE.

9.2 - Histórico do Pavimento

O trecho **Entr. CE-311 (Granja) – Adrianópolis**, situado dentro do município de Granja, refere-se atualmente a uma rodovia implantada em leito natural e a outra parte será totalmente implantada.

Estruturalmente o trecho atual encontra-se, conforme observações locais, em precárias condições de tráfego, sobretudo no período chuvoso, onde a incidência de buracos e alagados apresenta-se em maiores proporções.



Foto 15 – trecho em revestimento primário com acúmulo de água na margem da via, no período chuvoso.



Foto 16 – trecho em revestimento primário, com interferências (rede elétrica na margem da via).

Com base nestas observações, o projeto é abordará os seguintes tópicos:

- Elementos básicos;
- Dimensionamento do pavimento;
- Concepção do projeto de pavimentação;
- Materiais utilizados nas camadas do pavimento;
- Distância Média de Transporte (DMT).



9.3 - Elementos Básicos

► Estudos de Tráfego

Em função do estudo de tráfego elaborado, para o dimensionamento do pavimento, foram utilizados os seguintes elementos:

- Ano de abertura → 2.022
- Ano de projeto → 2.031
- Período de Projeto → 10 anos
- Número "N" (AASHTO) → $1,08 \times 10^5$ (critério deflectométrico)
- Número "N" (USACE) → $2,46 \times 10^5$ (critério da resistência)

b) Ocorrências

Foi estudada 01 (uma) jazida de solo para ser utilizada na camada de base com energia do Proctor Intermediário (26 golpes), conforme dados do quadro 33.

Quadro 33 – Características das jazidas de base

Jazida	Estaca	Distância ao Eixo (m)	Espessura Útil (m)	Área (m ²)	Volume Útil (m ³)	LL (%)	IP (%)	Exp. (%)	ISC (%)
J-01	279	25 – LD	0,95	64.800	61.560	NL	NP	0,11	39

O trecho Entr. CE-311 (Granja) – Adrianópolis é um trecho considerado de baixo custo, sendo assim a SOP em comunicado enviado às empresas Projetistas, definiu que a base dos **Trechos de Baixo Custo**, admitiria $ISC \geq 60\%$.

A jazida 01 apresentou ISC de projeto inferior a 60%. Dessa forma, como o número "N" calculado foi de $2,46 \times 10^5$ e conforme especificação SOP-ES-P 04/19, para $N \leq 5 \times 10^5$ admite-se usar o $ISC \geq 60$, assim a jazida J-01 para atender a essas exigências, a consultora fez novos estudos com mistura com percentuais de brita com energia do Proctor Modificado (55 golpes), onde foram obtidos resultados satisfatórios para o ISC de projeto = 100% com mistura de 20% de brita, todavia, o material está fora de faixa granulométrica exigida pela SOP/CE, mas para uma redução de custos, A SOP permitiu a utilização de materiais para base fora de faixa.



9.4 - Dimensionamento do Pavimento

Para a determinação das camadas do pavimento foi utilizado o comunicado da Gerência de Projetos Rodoviários – GEPRO/SOP/CE, encaminhada às Projetistas, que definiu a pavimentação para os Trechos de Baixo Custo, como um revestimento em Tratamento Superficial Simples (TSS) sobre uma base com 20 cm de espessura e ISC \geq 60 %.

9.5 - Concepção do Projeto de Pavimentação

Apresentamos a seguir a solução projetada para pavimentação do trecho em estudo.

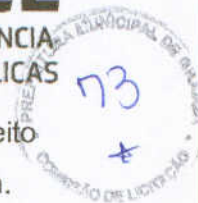
► **Solução S-01 (estaca 00 a 1.988+0,97):**

- Execução de base nova em solo brita com 20% de brita 1" corrida na espessura de 20 cm, com energia de proctor modificado (55 golpes) e ISC > 60% após execução terraplenagem;
- Execução do revestimento da pista e faixas de segurança em Tratamento Superficial Simples (TSS) na largura de 7,00 m, após imprimação.

9.6 - Definição dos Materiais a serem Utilizados nas Camadas do Pavimento

- A base nova com mistura em solo brita será executada com solo da jazida J-01, com energia de proctor modificado (55 golpes) e ISC > 60%;
- A imprimação da base será executada na largura de 7,20 m com Asfalto Diluído tipo CM-30 com taxa de 1,3 L/m² proveniente de Fortaleza;
- O revestimento da pista será executado com TSS confeccionado através da aplicação de 02 banhos de Emulsão Asfáltica de Ruptura Rápida tipo RR-2C, com taxa total de 1,5 L/m², e brita extraída da pedreira P-01 à taxa de 12,00 kg/m²;

As taxas dos ligantes deverão ser confirmadas por ocasião da obra, sendo que os valores utilizados foram obtidos através de recomendações determinadas pela **SOP/CE** para permitir a elaboração do orçamento da obra.



Para efeito de orçamento, as instalações de campo foram indicadas no lado direito da estaca 74, na margem do trecho em estudo, que refere-se à área da pedreira estudada.

Como o Número "N" (USACE) = $2,46 \times 10^5$ é $< 10^6$, a classe granulométrica projetada para o TSS será Classe IV.

Quadro 34 – Especificação da SOP-ES_P 11/00

CLASSE	D (mm)	d (mm)
Classe IV	19 (3/4")	10 (3/8")

9.7 – Distâncias Médias de Transporte

1 – Material betuminoso de Fortaleza para o trecho (CM-30 e RR-2C):

- Distância de Fortaleza ao início do trecho → 353,20 km (CE-085)
- Percurso em Fortaleza → 15,0 km
- Extensão do trecho (est. 00 a 1.988+0,97) → 39,76 km
- DMT = $353,20 + 15,0 + 39,76/2 = 388,1$ km

2 – Materiais nobres de Fortaleza para o trecho (Cimento, madeira, ferro e tubos):

- Distância de Fortaleza ao início do trecho → 353,20 km (CE-085)
- Percurso em Fortaleza → 15,0 km
- Extensão do trecho (est. 00 a 1.988+0,97) → 39,76 km
- DMT = $353,20 + 15,0 + 39,76/2 = 388,1$ km

3 – Brita e pedra para TSS, drenagem e obras d'arte:

- Distância da pedreira P-01 → 33,15 km da estaca 00
- Extensão do trecho (est. 00 a 1.988+0,97) → 39,76 km
- $DMT_{P-01} = 33,15 + 39,76/2 = 53,0$ km

4 – Areia de rio (grossa) para drenagem e obras d'arte:

- Distância do areal A-01 → 0,43 km da estaca 924
- Extensão do trecho (est. 00 a 1.988+0,97) → 39,76 km
- $DMT_{A-01} = 0,43 + (18,48^2 + 21,28^2) / (2 * 39,76) = 10,4$ km



5 – Solo para usina de Base:

– Distância jazida J-01 Base (estaca 279) → 0,2 km

– $DMT_{J-01B} = 0,2 \text{ km}$

6 – Brita para usina de base:

– Distância da pedreira P-01 → 33,15 km da estaca 00

– Distância para jazida de base → 5,58 km da estaca 00 para 279

– Distância jazida para usina → 0,2 km

– $DMT_{P-01} = 33,15 + 5,58 + 0,2 = 38,9 \text{ km}$

7 – Solo-brita da usina para pista:

– Local da usina (est. 279 - LD) → 0,2 km da jazida

– Extensão do trecho (est. 00 a 1988+0,97) → 39,76 km

– $DMT_{USINA} = 0,2 + (5,58^2 + 34,18^2) / (2 \times 39,76) = 15,3 \text{ km}$



**GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ**
Secretaria das Cidades

SOP-CE
SUPERINTENDÊNCIA
DE OBRAS PÚBLICAS



10 - PROJETO DE DRENAGEM

Av. Alberto Craveiro, 2775 – Térreo – Castelão – CEP: 60861-211 – Fortaleza, Ceará, Brasil
CNPJ: 33.866.288/0001-30 – Telefone: 85 3295.6217/ 3295.6184



10 - PROJETO DE DRENAGEM

10.1 - Introdução

O Projeto de Drenagem foi desenvolvido conforme as *Instruções de Serviço para Projeto de Drenagem (IS-13)* contidas no Manual de Serviços para Estudos e Projetos Rodoviários do DER/CE.

10.2 - Metodologia

Os elementos de drenagem superficial, bueiros, ponte e obras complementares, foram dimensionados com capacidade de atender às vazões do projeto, obtidas dos estudos hidrológicos.

10.2.1 – Sarjetas de Corte e Banquetas de Aterro

A capacidade teórica de vazão das sarjetas de corte e banquetas de aterro foi determinada pela fórmula de Manning modificado por IZZARD, ou seja:

$$Q = 0,375 (Z / n) i^{1/2} \cdot y^{8/3}$$

Onde:

Q = a vazão em m³/s;

Z = é o inverso da declividade transversal (m/m);

n = coeficiente de rugosidade (adimensional).

i = declividade longitudinal (m/m);

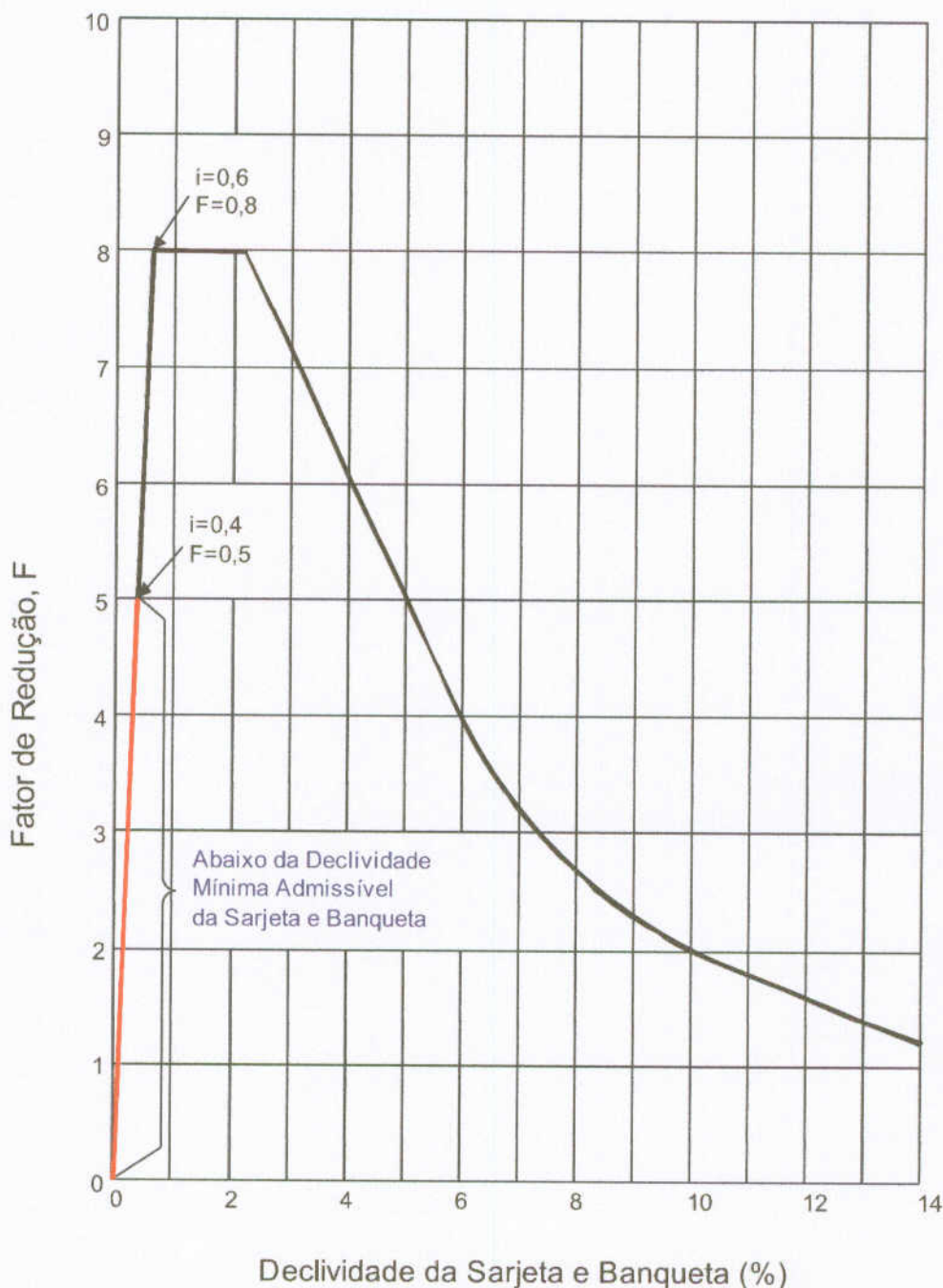
y = profundidade da lâmina d'água (m).

A descarga teórica obtida da expressão anterior será corrigida pelo fator "F", obtido em função da declividade longitudinal, do gráfico a seguir:

m



FATOR DE REDUÇÃO DA CAPACIDADE DE ESCOAMENTO DA SARJETA E BANQUETA





10.2.2 – Descidas d'Água

A capacidade de vazão das descidas d'água foi determinada pelo teorema de Bernouilli, exposto abaixo em forma de expressão:

$$Z_1 + (V_1)^2 / 2g = Z_2 + (V_2)^2 / 2g$$

Onde:

Z_1 = energia potencial no ponto 01;

V_1 = velocidade no ponto 01;

Z_2 = energia potencial no ponto 02;

V_2 = velocidade no ponto 02;

g = aceleração da gravidade igual a 9,81 m/s².

10.2.3 – Bueiros Projetados

Os bueiros foram dimensionados como canal considerando a Energia Específica do fluxo crítico igual à profundidade do canal (diâmetro ou altura).

As vazões máximas admissíveis serão calculadas para o fluxo crítico, onde temos:

$$E_c = H$$

$$E_c = (3 / 2) h_c$$

$$V_c = \sqrt{g h_c}$$

$$I_c = (n_2 V_c / R_c)^{4/3}$$

$$Q_c = (1 / n) \cdot A_c \cdot R_c^{2/3} \cdot I_c^{1/2}$$

Onde:

E_c = energia específica do fluxo crítico;

H = profundidade do canal;

h_c = profundidade crítica;

V_c = velocidade crítica;

I_c = declividade crítica;

Q_c = vazão crítica (máxima);

R_c = raio hidráulico crítico;

O cálculo, além de ser feito funcionando como canal, considerou-se também o bueiro funcionando como orifício.



Nesta situação deve-se ter:

$$H_w > 1,2 D \text{ ou } H_w > 1,2 H$$

Onde:

H_w = nível d'água a montante;

D = diâmetro (bueiros tubulares);

H = altura (bueiros capeados).

A vazão é dada pela expressão abaixo:

$$Q = C \times A \sqrt{2g.h}$$

Onde:

Q = vazão do bueiro (m^3/s);

C = coeficiente de vazão igual a 0,60 (adimensional).

A = área do bueiro (m^2);

g = aceleração da gravidade igual a $9,81 m/s^2$;

h = carga hidráulica tomada a partir do eixo de seção do bueiro (m);

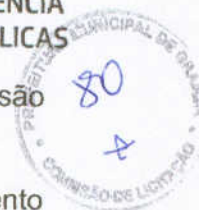
10.3 – Dimensionamento

10.3.1 – Sarjetas de Corte

O projeto indicou a implantação de **360 metros** para os segmentos em corte, a implantação de sarjetas em concreto tipo “L” padrão SOP/CE.

10.3.2 – Banquetas de Aterro (Meio-fio)

O projeto indicou a implantação de **30.535 metros** de banquetas moldadas no local com 25 cm de altura padrão SOP/CE, para os segmentos em aterro com altura superior a 1,0 m do trecho em estudo e contemplando a interseção projetada.



As seções transversais destes dispositivos projetados para o trecho são apresentadas no Volume 2 – Projeto de Execução.

Para as seções indicadas, a vazão afluyente, a vazão admissível no final do segmento e a distância de captação para determinar a localização das saídas d'água, considerando um tirante d'água junto a guia de 6 cm, para as declividades de 0,5 % a 12,0 % são apresentadas no quadro 35.

Quadro 35 – Hidrologia dos dispositivos de drenagem superficial

RODOVIA: CE-216 TRECHO: ENTR. CE-311 (GRANJA) - ADRIANÓPOLIS EXTENSÃO: 39,76 km											
SARJETA TIPO "L"											
DECLIVIDADE LONGITUDINAL (m/m)	LARGURA DA LÂMINA (m)	DECLIVIDADE TRANSVERSAL (Z)	COEFICIENTE DE RUGOSIDADE (n)	PROFUNDIDADE DA LÂMINA (m)	FATOR DE REDUÇÃO (m)	VAZÃO (V1) ADMISSÍVEL (m ³ /s)	VAZÃO (V2) ADMISSÍVEL (m ³ /s)	VAZÃO TOTAL ADMISSÍVEL (m ³ /s)	VAZÃO AFLUENTE (m ³ /s/m)	DISTÂNCIA DE CAPTAÇÃO (m)	
0,005	0,50	1,00	0,013	0,30	0,65	0,141	0,053	0,194	0,000239	812	
0,010	0,50	1,00	0,013	0,30	0,80	0,186	0,093	0,279	0,000239	1.168	
0,020	0,50	1,00	0,013	0,30	0,80	0,263	0,132	0,395	0,000239	1.654	
0,030	0,50	1,00	0,013	0,30	0,73	0,294	0,147	0,441	0,000239	1.847	
0,040	0,50	1,00	0,013	0,30	0,61	0,284	0,142	0,426	0,000239	1.784	
0,050	0,50	1,00	0,013	0,30	0,50	0,260	0,130	0,390	0,000239	1.633	
0,060	0,50	1,00	0,013	0,30	0,40	0,228	0,114	0,342	0,000239	1.432	
0,070	0,50	1,00	0,013	0,30	0,33	0,203	0,102	0,305	0,000239	1.277	
0,080	0,50	1,00	0,013	0,30	0,27	0,178	0,089	0,267	0,000239	1.118	
0,090	0,50	1,00	0,013	0,30	0,23	0,161	0,080	0,241	0,000239	1.009	
0,100	0,50	1,00	0,013	0,30	0,20	0,147	0,074	0,221	0,000239	926	
0,110	0,50	1,00	0,013	0,30	0,18	0,139	0,069	0,208	0,000239	871	
0,120	0,50	1,00	0,013	0,30	0,16	0,129	0,064	0,193	0,000239	808	

BANQUETA							
DECLIVIDADE LONGITUDINAL (m/m)	DECLIVIDADE TRANSVERSAL (Z)	COEFICIENTE DE RUGOSIDADE (n)	PROFUNDIDADE DA LÂMINA (m)	FATOR DE REDUÇÃO (m)	VAZÃO ADMISSÍVEL (m ³ /s)	VAZÃO AFLUENTE (m ³ /s/m)	DISTÂNCIA DE CAPTAÇÃO (m)
0,005	0,03	0,013	0,06	0,65	0,024	0,000227	106
0,010	0,03	0,013	0,06	0,80	0,042	0,000227	185
0,020	0,03	0,013	0,06	0,80	0,060	0,000227	264
0,030	0,03	0,013	0,06	0,73	0,067	0,000227	295
0,040	0,03	0,013	0,06	0,61	0,065	0,000227	286
0,050	0,03	0,013	0,06	0,50	0,059	0,000227	260
0,060	0,03	0,013	0,06	0,40	0,052	0,000227	229
0,070	0,03	0,013	0,06	0,33	0,046	0,000227	202
0,080	0,03	0,013	0,06	0,27	0,041	0,000227	180
0,090	0,03	0,013	0,06	0,23	0,037	0,000227	163
0,100	0,03	0,013	0,06	0,20	0,034	0,000227	150
0,110	0,03	0,013	0,06	0,18	0,032	0,000227	141
0,120	0,03	0,013	0,06	0,16	0,029	0,000227	128



10.3.3 – Descidas d'Água

Foi indicada no projeto a implantação de **1.977 m** de descidas d'água em concreto armado, padrão SOP/CE cuja seção trapezoidal é apresentada no Volume 2 – Projeto de Execução.

Para as descidas d'água projetadas foi prevista a execução de **765** saídas d'água.

A vazão admissível na descida d'água foi calculada considerando que a água atingirá o dispositivo com velocidade de 1,98 m/s obtida na caixa rebaixada, na entrada da descida d'água, com a transformação de 0,20 m de energia potencial em energia cinética, ou seja:

$$0,20 + 0 = 0 + ((V2)^2 / 2g)$$

$$V2 = 2g \cdot 0,20 = 1,98 \text{ m/s}$$

Para $V = 1,98 \text{ m/s}$ e considerando o fluxo na entrada a seção plena, a vazão admissível será de:

$$Q = 1,98 \times (0,30+0,70)/2 \times 0,30 = 297 \text{ l/s.}$$

A velocidade de escoamento no concreto pode atingir até 10 m/s. A altura máxima de aterro, sem a necessidade de previsão de um dispositivo de dissipação de energia, será portanto de:

$$Z1 + 1,98^2 / 2 \times 9,81 = 0 + 102 / 2 \times 9,81$$

$$Z1 = 5,0 \text{ m}$$

10.3.4 – Valetas de Corte

Foi previsto no orçamento a implantação de **460,00** metros de valetas de corte padrão SOP/CE cuja seção trapezoidal é apresentada no Volume 02.

10.3.5 – Bueiros Existentes e Projetados

Foi cadastrada pela topografia a existência 18 bueiros.

Diante dos problemas observados foram previstas as seguintes soluções:



- a) Para todas as obras com problemas, foi indicada a sua substituição;
- b) Para os locais com insuficiência hidráulica foi prevista a implantação de obras novas.

As notas de serviço com todas as obras projetadas são apresentadas no Volume 2.

Apresentamos a seguir a verificação hidráulica de todos os bueiros identificados nas Cartas da SUDENE e a relação de todas as obras existentes e projetadas com suas respectivas intervenções.



Quadro 36 – Vazão afluente x vazão admissível

RODOVIA: CE-216		TRECHO: ENTR. CE-311 (GRANJA) - ADRIANÓPOLIS										EXTENSÃO: 39,76 km	
Nº DA BACIA	ESTACA	TIPO	SEÇÃO (m)	BACIA ACUM. (km²)	L (km)	H (m)	15 anos (m³/s)	25 anos (m³/s)	50 anos (m³/s)	100 anos (m³/s)	VAZÃO AFLUENTE CANAL (m³/s)	VAZÃO ADMISSÍVEL PLENA (m³/s)	
1	B01	0 + 10,00	BSTC	Ø = 0,80	0,02	0,02	0,20	6,0	0,15	0,16	-	0,88	1,25
2	B02	17	BSTC	Ø = 1,00	0,25	0,25	0,70	8,0	1,11	1,19	-	1,53	2,19
3	B03	53	BSTC	Ø = 1,00	0,11	0,11	0,60	5,0	0,51	0,55	-	1,53	2,19
4	B04	102 +	BSTC	Ø = 1,00	0,12	0,12	0,40	7,0	0,67	0,71	-	1,53	2,19
5	B05	146 +	BDCC	1,50 x 1,50	4,61	4,61	4,00	23,0	7,32	8,13	-	8,93	14,61
6	B06	212	BSTC	Ø = 1,00	0,31	0,31	1,00	17,0	1,34	1,44	-	1,53	2,19
7	B07	225	BSTC	Ø = 1,00	0,09	0,09	0,40	12,0	0,53	0,56	-	1,53	2,19
8	B08	240	BDTC	Ø = 1,00	0,50	0,50	1,20	18,0	1,92	2,08	-	2,91	4,16
9	B09	264 +	BSTC	Ø = 1,00	0,47	0,47	2,30	12,0	1,08	1,19	-	1,53	2,19
10	B10	274 0	BDCC	1,50 x 1,00	1,86	1,86	3,70	25,0	3,67	4,05	-	4,86	7,95
11	B11	463 +	BTTC	Ø = 1,00	1,06	1,06	2,10	34,0	3,24	3,52	-	4,14	5,92
12	0	508 +	BSTC	Ø = 1,00	-	-	-	-	-	-	-	1,53	2,19
13	B12	513 +	BTCC	2,50 x 2,00	32,54	33,61	10,90	47,0	-	18,74	26,87	32,55	53,29
14	B13	527 +	BSTC	Ø = 1,00	0,24	0,24	0,90	15,0	1,04	1,12	-	1,53	2,19
15	B14	554 0	BSTC	Ø = 1,00	0,07	0,07	0,50	12,0	0,38	0,40	-	1,53	2,19
16	B15	580 +	BSTC	Ø = 1,00	0,20	0,20	0,80	17,0	0,93	1,00	-	1,53	2,19
17	B16	597 +	BTTC	Ø = 1,00	-	-	-	-	-	-	-	4,14	5,92
18	0	601 +	BDCC	2,00 x 1,50	6,96	6,96	5,60	43,0	9,86	11,02	-	11,90	19,48
19	B17	634 0	BSTC	Ø = 1,00	0,04	0,04	0,40	18,0	0,36	0,39	-	1,53	2,19
20	B18	652 0	BSTC	Ø = 1,00	-	-	-	-	-	-	-	1,53	2,19
21	0	659 0	BSTC	Ø = 1,00	0,37	0,37	1,10	28,0	1,61	1,74	-	1,53	2,19
22	B19	692 0	BTTC	Ø = 1,00	0,89	0,89	1,50	23,0	3,13	3,38	-	4,14	5,92
23	B20	810 +	BDCC	1,50 x 1,50	2,02	2,02	2,20	31,0	5,86	6,37	-	8,93	14,61
24	B21	827 +	BDTC	Ø = 1,00	0,28	0,28	0,90	32,0	1,75	1,87	-	2,91	4,16
25	B22	858 +	BTTC	Ø = 1,00	0,93	0,93	1,90	32,0	3,00	3,25	-	4,14	5,92
26	B23	894 0	BDTC	Ø = 1,00	0,33	0,33	0,90	29,0	2,02	2,16	-	2,91	4,16

Av. Alberto Craveiro, 2775 – Térreo – Castelo – CEP.: 60861-211 – Fortaleza, Ceará, Brasil

CNPJ: 33.866.288/0001-30 – Telefone: 85 3295.6217/ 3295.6184





Quadro 36 – Vazão afluente x vazão admissível (Continuação)

RODOVIA: CE-216												TRECHO: ENTR. CE-311 (GRANJA) - ADRIANÓPOLIS			EXTENSÃO: 39,76 km		
Nº	Nº DA BACIA	ESTACA	TIPO	SEÇÃO (m)	ÁREA		L (km)	H (m)	VAZÃO AFLUENTE			VAZÃO ADMISSÍVEL					
					BACIA (km²)	ACUM. (km²)			15 anos (m³/s)	25 anos (m³/s)	50 anos (m³/s)	100 anos (m³/s)	CANAL (m³/s)	PLENA (m³/s)			
27	B24	942 0	0,00 PONTE	L = 15,80	571,51	575,07	67,00	199,4	-	-	176,60	235,83	1,00	1,00			
28	0	952 +	8,60 BTCC	2,50 x 2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	32,55	53,29			
29	B25	967 +	6,40 BTTC	Ø = 1,00	0,15	0,15	1,00	7,0	0,54	0,58	-	-	4,14	5,92			
30	0	970 +	7,70 BTTC	Ø = 1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	4,14	5,92			
31	B26	999 +	1,40 BDCC	1,50 x 1,00	1,56	1,56	2,50	19,0	3,72	4,07	-	-	4,86	7,95			
32	B27	1.015 0	0,00 BSTC	Ø = 1,00	0,32	0,32	0,90	10,0	1,31	1,41	-	-	1,53	2,19			
33	B28	1.077 +	16,00 BSTC	Ø = 1,00	0,05	0,05	0,30	9,0	0,31	0,33	-	-	1,53	2,19			
34	B29	1.097 +	7,00 BDCC	2,50 x 1,50	13,33	13,33	6,60	120,0	-	9,39	14,15	-	14,88	24,36			
35	B30	1.220 +	2,40 BTTC	Ø = 1,00	0,90	0,90	1,90	30,0	2,87	3,11	-	-	4,14	5,92			
36	B31	1.257 0	0,00 BTCC	2,00 x 2,00	22,56	22,56	13,00	468,6	-	14,25	21,51	-	26,04	42,63			
37	0	1.273 0	0,00 BSTC	Ø = 1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	1,53	2,19			
38	B32	1.299 +	6,30 BDCC	1,50 x 1,00	1,44	1,44	2,20	29,0	4,12	4,48	-	-	4,86	7,95			
39	B33	1.336 0	0,00 BSTC	Ø = 1,00	0,07	0,07	0,40	8,0	0,40	0,43	-	-	1,53	2,19			
40	B34	1.405 +	15,00 BSTC	Ø = 1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	1,53	2,19			
41	0	1.415 0	0,00 BDCC	2,50 x 1,50	10,75	10,75	8,40	242,7	-	7,86	11,77	-	14,88	24,36			
42	B35	1.450 +	12,70 BSTC	Ø = 1,00	0,15	0,15	0,70	8,0	0,66	0,70	-	-	1,53	2,19			
43	B36	1.517 0	0,00 BDTC	Ø = 1,00	0,45	0,45	1,20	19,0	1,76	1,91	-	-	2,91	4,16			
44	B37	1.526 +	5,00 BDCC	2,50 x 1,50	6,53	7,13	5,60	84,9	10,55	12,74	-	-	14,88	24,36			
45	B38	1.547 +	16,00 BSTC	Ø = 1,00	0,30	0,30	0,90	15,0	1,31	1,41	-	-	1,53	2,19			
46	B39	1.564 +	15,00 BTCC	3,00 x 2,50	6,52	7,92	6,90	73,5	8,96	12,19	-	-	54,59	89,36			
47	B40	1.630 0	0,00 BDCC	1,50 x 1,00	1,40	1,40	2,00	25,0	4,13	4,48	-	-	4,86	7,95			
48	B41	1.731 0	0,00 BSTC	Ø = 1,00	0,32	0,32	0,80	9,0	1,37	1,48	-	-	1,53	2,19			
49	B42	1.790 +	9,60 BDCC	2,50 x 1,50	13,50	13,50	6,90	219,6	-	9,23	14,64	-	14,88	24,36			
50	B43	1.813 +	2,60 BSTC	Ø = 1,00	0,05	0,05	0,40	17,0	0,44	0,46	-	-	1,53	2,19			
51	B44	1.831 +	14,00 BTTC	Ø = 1,00	1,21	1,21	2,20	37,0	3,66	3,98	-	-	4,14	5,92			
52	0	1.848 0	0,00 BSTC	Ø = 1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	1,53	2,19			
53	B45	1.907 0	0,00 BDTC	Ø = 1,00	0,85	0,85	2,00	33,0	2,66	2,88	-	-	2,91	4,16			
54	B46	1.949 +	10,70 BTTC	Ø = 1,00	1,12	1,12	1,90	34,0	3,67	3,98	-	-	4,14	5,92			

Av. Alberto Craveiro, 2775 – Térreo – Castelo – CEP: 60861-211 – Fortaleza, Ceará, Brasil
CNPJ: 33.866.288/0001-30 – Telefone: 85 3295.6217/ 3295.6184





GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ
Secretaria das Cidades

SOP-CE
SUPERINTENDÊNCIA
DE OBRAS PÚBLICAS



11 - PROJETO DE SINALIZAÇÃO E OBRAS COMPLEMENTARES

M

Av. Alberto Craveiro, 2775 – Térreo – Castelão – CEP:.60861-211 – Fortaleza, Ceará, Brasil
CNPJ: 33.866.288/0001-30 – Telefone: 85 3295.6217/ 3295.6184



11 - PROJETO DE SINALIZAÇÃO E OBRAS COMPLEMENTARES

11.1 - Introdução

O Projeto de Sinalização e Obras Complementares foi desenvolvido de acordo com as *Instruções de Serviço para Projeto de Sinalização e Dispositivos de Segurança (IS-18)*, de *Defensas (IS-19)* e de *Cercas (IS-20)* do Manual de Serviços para Estudos e Projetos Rodoviários do DER/CE.

O projeto foi elaborado para uma velocidade diretriz de 60 km/h.

11.2 - Sinalização Vertical

O projeto de sinalização vertical indicou a implantação das placas do quadro 37.

Quadro 37 – quantitativos de placas verticais

Placas (dimensões)	Quantidades (un)
Regulamentar ($\varnothing=1,00$ m / 1,00x1,00 m)	137
Marco quilométrico (0,70x1,00)	39
Indicativas (2,00x1,00 m)	26

As placas serão afixadas em suportes de madeira e confeccionadas em chapas de aço galvanizado especial.

11.3 - Sinalização Horizontal

O projeto de sinalização horizontal indicou a execução de faixas de acordo com o quadro 38.



Quadro 38 – quantitativos de sinalização horizontal

Faixas	Total (m ²)
Faixa amarela contínua	5.669,16
Faixa branca contínua	9.542,40
Faixa amarela tracejada (1:1)	1.094,70
Faixa amarela tracejada (1:3)	127,80

A sinalização horizontal será feita através da pintura de faixas e marcas no pavimento, utilizando-se a cor branca para canalização e a cor amarela para proibição, podendo ser contínuas ou interrompidas, com cadências variáveis, executadas em comprimentos múltiplos de 4,0 metros e largura de 12 cm. As faixas de bordo serão contínuas em toda extensão do trecho.

A tinta a ser utilizada deverá ser de materiais retro-refletivos a base de resina acrílica emulsionada em água, conforme a norma NBR-13.699.

11.4 - Obras Complementares

▪ Cercas

O projeto indicou a remoção de **12.400** metros de cercas existentes no interior da faixa de domínio de diversos padrões e que serão devolvidas aos seus respectivos proprietários.

O projeto previu a implantação de **78.160** metros de cercas em ambos os lados que refere-se às cercas removidas e para os novos segmentos devido as correções geométricas do trecho, com 08 (oito) fios de arame farpado e estacas de madeira.

▪ Defensas

O projeto indicou a implantação de **128** metros de defensas metálicas semi-maleáveis para ponte no rio Itaúna.

MM



▪ **Tachas Refletivas**

Foi prevista a implantação de **14.371** tachas refletivas.

▪ **Tachões Refletivos**

Foi prevista a implantação de **230** tachões refletivos bidirecionais.

11.5 - Apresentação

O Projeto de sinalização horizontal e vertical será apresentado no Volume 2 – Projeto de Execução.

mm



GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ
Secretaria das Cidades

SOP-CE
SUPERINTENDÊNCIA
DE OBRAS PÚBLICAS



12 – PROJETO DE INTERSEÇÕES E ACESSOS

Av. Alberto Craveiro, 2775 – Térreo – Castelão – CEP: 60861-211 – Fortaleza, Ceará, Brasil
CNPJ: 33.866.288/0001-30 – Telefone: 85 3295.6217/ 3295.6184



12 - PROJETO DE INTERSEÇÕES E ACESSOS

12.1 – Introdução

O Projeto de Interseções e Acessos foi desenvolvido de acordo com as Instruções de Serviço para Projeto de Interseção, Retornos e Acessos (IS-16) contido no Manual de Serviços para Estudos e Projetos Rodoviários da SOP/CE.

12.2 – Interseções Projetadas

▶ Estaca 00 → Interseção com a CE-311 (acesso a Adrianópolis)

Para este cruzamento foi projetada uma interseção em nível, tipo rótula alongada e 02 (duas) ilhas para canalização dos fluxos, com faixas internas protegidas, priorizando o fluxo da CE-311.

▶ Estaca 222 → Acesso à Sambaíba

Para este cruzamento foi projetada uma interseção em nível, tipo rótula alongada e 02 (duas) ilhas para canalização dos fluxos, com faixas internas protegidas, priorizando o fluxo do trecho (Rodovia CE-216).

12.3 – Apresentação

A geometria das interseções projetadas e para os limpa – rodas são apresentadas no Volume 2 – Projeto de Execução.

mm



GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ
Secretaria das Cidades

SOP-CE
SUPERINTENDÊNCIA
DE OBRAS PÚBLICAS



13 – PROJETO DE DESAPROPRIAÇÃO

MP

Av. Alberto Craveiro, 2775 – Térreo – Castelão – CEP: 60861-211 – Fortaleza, Ceará, Brasil
CNPJ: 33.866.288/0001-30 – Telefone: 85 3295.6217/ 3295.6184



13 - PROJETO DE DESAPROPRIAÇÃO

13.1 – Levantamento Cadastral

O trecho em estudo atravessa em seu contexto geral, áreas pouco habitadas, com características rurais, mas com alguns imóveis situados no interior da faixa de domínio.

A faixa de domínio do trecho em estudo foi cadastrada topograficamente com largura de 40,00 m, sendo 20,00 m para cada lado do eixo projetado, visando fornecer todos os elementos para o projeto de desapropriação.

13.2 – Soluções Adotadas

Após o levantamento topográfico cadastral de toda a faixa de domínio da via projetada, foram analisados os imóveis que podem interferir para o bom desempenho da rodovia, entretanto, mesmo com as melhorias que foram sugeridas no Projeto Geométrico, podemos afirmar que:

- ▶ **Geometria projetada** → o traçado projetado procurou evitar a desapropriação de residências existentes ao longo do traçado;
- ▶ **Residências isoladas** → as residências isoladas e localizadas dentro da faixa de domínio deverão ser removidas a critério da SOP/CE.

13.3 – Levantamento Cadastral

Os imóveis e benfeitorias cadastrados no interior da faixa de domínio da rodovia são apresentados no Projeto Geométrico, Volume 2 – Projeto de Execução.



GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ
Secretaria das Cidades

SOP-CE
SUPERINTENDÊNCIA
DE OBRAS PÚBLICAS



14 – PROJETO DE RECUPERAÇÃO E CONTROLE AMBIENTAL

Av. Alberto Craveiro, 2775 – Térreo – Castelão – CEP: 60861-211 – Fortaleza, Ceará, Brasil
CNPJ: 33.866.288/0001-30 – Telefone: 85 3295.6217/ 3295.6184



14 – PROJETO DE RECUPERAÇÃO E CONTROLE AMBIENTAL

14.1 – INTRODUÇÃO

O Projeto referente à Elaboração de Estudos e Projetos de Engenharia Necessários às Obras de Pavimentação da Rodovia CE-216 Trecho: Entr. CE-311 (Granja) – Adrianópolis, com extensão de 39,76 km, foi desenvolvido de acordo com as Instruções de Serviços Ambientais, constantes das Especificações Complementares para Controle de Impactos Ambientais em Obras Rodoviárias da SOP/CE. Está em consonância com a legislação ambiental brasileira nos seus três níveis federal, estadual e municipal, de acordo com as exigências das Instruções de Serviços (IS – 207 e IS – 246) do DNIT e com o Termo de Referência do DER/CE.

A obrigatoriedade de recuperação ambiental para obras com significativo impacto ambiental é assegurada pela Política Nacional do Meio Ambiente, Lei Federal Nº 6.938/81, posteriormente incorporada na Constituição Federal de 1988, em seu Artigo 225. A regulamentação da Política Nacional do Meio Ambiente, Decreto Lei nº 99.274, de junho de 1990, reforçou este instrumento legal, bem como as resoluções do CONAMA 001/86, 237/97 e outros Diplomas Legais.

O presente documento consiste em detalhar os estudos e planos ambientais relativos à intervenção sobre o meio ambiente advindo dos serviços do empreendimento, objetivando resolver conflitos de uso, mitigar impactos negativos e, enfim, harmonizar tanto quanto possível às ações da obra sobre a estrutura atual nos diversos aspectos do meio socioambiental existente.

Dentro deste contexto, foi elaborado o diagnóstico ambiental, realizado o levantamento de passivos ambientais e a identificação, avaliação e análise dos impactos ambientais, bem como apresentado às proposições de medidas mitigadoras e os planos de controle e recuperação ambiental.

CM