



---

Drenagem – Rua Arco-Íris em Horizonte/CE

V. Dimensionamento Hidráulico da Rede de Drenagem



**TECH  
PROJ**  
Consultoria & Projetos



*Drenagem – Rua Arco-Iris em Horizonte/CE*

A simulação hidráulica da rede encontra-se disposta a seguir. O modelo digital apresentado foi utilizado para o dimensionamento de tubos e PVs da rede após sua simulação hidráulica e hidrológica. Para o dimensionamento da rede foi realizada a simulação no software C3DRENESG com período de retorno de 10 anos.

PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO - SARJETAS E BOCAS DE LOBO

LOCAL: HORIZONTE / CE

OBRA: RUA ARCOIRIS

DATA: 07/02/2022

Parâmetros de Entrada	
IDF Horizontal	$i = \frac{17,552 * (Tr - 2,020)^{0,1223}}{(r + 15,950)^{0,740}}$
Coefficiente de Tipo Superf. (n)	0,015
Coef. de Esc. Superficial C	0,60
Largura Equivalente (m)	31,00
Capac. Boca de Lobo Simples (m³/s)	0,12
Capac. Boca de Lobo Dupla (m³/s)	0,24
Capac. Boca de Lobo Tripla (m³/s)	0,36
TR para Verificação de Sarjetas (anos)	2
TR para Cálculo de Bocas de Lobo (anos)	5

Parâmetros de Entrada da Via	Via Principal (Tipo 2)			Via Principal (Tipo 3)		
	Via Principal (Tipo 1)	Via Principal (Tipo 2)	Via Principal (Tipo 3)	Via Principal (Tipo 1)	Via Principal (Tipo 2)	Via Principal (Tipo 3)
Caimento Transversal	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%
Meia Largura da Pista	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50
Lámina Máxima Teórica	0,106	0,106	0,106	0,106	0,106	0,106
Lámina Máxima Utilizada	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120
q sarjeta	2,919	2,919	2,919	2,919	2,919	2,919

Velocidade Máxima da Sarjeta (m/s) 4,00

Rede	Nº Bacia	Ext. (m)	Área Acumulada Mont. (ha)	Tipo de Via	Decliv. (%)	Runoff C	TC (min)	I TR 2 (mm/h)	Q. Trecho TR2 (m³/s)	I TR 6 (mm/h)	Q. Trecho TR6 (m³/s)	Altura da Lámina d'água (m)	Largura da Lámina d'água (m)	Velocidade Real (m/s)	Capacidade Sarjeta Plena (l/s)	Capacidade Via Plena (l/s)	Bocas de Lobo
1	81-8L01	347,36	2,02	1	0,73%	0,60	11,77	52,12	0,175	96,45	0,324	0,09	2,84	0,679	248,66	497,33	Uma
1	81-8L04	444,30	2,85	1	2,09%	0,60	9,47	55,66	0,265	103,01	0,490	0,08	2,72	1,120	422,15	844,31	Uma
1	81-8L09	142,00	0,76	1	0,92%	0,60	5,39	63,58	0,081	117,66	0,150	0,06	2,04	0,613	280,30	560,61	Uma
1	81-8L10	143,59	1,88	1	0,67%	0,60	6,15	61,91	0,194	114,57	0,359	0,09	3,00	0,676	238,72	477,43	Uma
1	81-8L11	78,33	0,29	1	0,22%	0,60	5,95	62,34	0,030	115,36	0,056	0,06	1,84	0,278	136,01	272,02	Uma
1	81-8L12	120,49	1,27	1	0,74%	0,60	5,17	64,08	0,135	118,59	0,250	0,08	2,57	0,641	250,91	501,82	Uma

TECHPROJ Consultoria e Projetos Ltda

Engº Renato Lúcio Cavalcante de Oliveira  
Engº Cmil RNP 060004760 - 1- Sócio

Ricardo D. Sampaio  
Secretário de Infraestrutura, Urbanismo  
Agropecuária e Recursos Hídricos  
CPF: 357.726.383-00  
Portaria Nº 744/2021

**PROJETO DE MICRODRENAGEM**  
**LOTEAMENTO**  
**PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO HIDRAULICO - REDE 01**

LOCAL: HORIZONTE - CE

DATA: 07/03/2022



**INFRAURBI**  
CONSULTORIA & PROJETOS

Trecho	Estrutura		Tipo	Extensão (m)	Áreas acum. (ha)	TC (min)	Vazão (m³/s)	Diâmetro (mm)	Decliv. (‰)	Lâmina d'água (%)	Velocidade real (m/s)	Tempo Percorrido (min)	Cota Terreno		Georétilz inferior		Profundidade		Degrau	Cobrimto mínimo (m)	Cobrimto e Máximo (m)	Material
	Mont.	Jus.											Mont.	Jus.	Mont.	Jus.	Mont.	Jus.				
B1-TR01	B1-PV01	B1-PV02	BSTC	36,569	2,016	11,815	0,351	800	0,005	42,460	1,728	0,353	58,888	58,719	57,289	57,105	1,613	1,613	0,000	0,721	0,738	Concreto
B1-TR02	B1-PV02	B1-PV03	BSTC	5,015	2,016	12,167	0,348	800	0,006	40,610	1,816	0,046	58,719	58,696	57,106	57,078	1,613	1,632	0,219	0,738	0,752	Concreto
B1-TR03	B1-PV03	B1-PV04	BSTC	70,103	4,870	29,477	0,590	800	0,007	52,240	2,221	0,526	58,696	57,891	56,859	56,377	1,632	1,602	0,070	0,607	0,963	Concreto
B1-TR04	B1-PV04	B1-PV05	BSTC	84,161	4,870	30,003	0,585	800	0,005	57,310	1,963	0,714	57,891	57,537	56,377	55,957	1,602	1,754	0,109	0,630	0,706	Concreto
B1-TR05	B1-PV05	B1-PV06	BSTC	89,338	7,516	30,717	0,862	1000	0,003	60,450	1,798	0,628	57,537	56,028	55,848	55,560	1,754	2,591	0,145	0,600	1,366	Concreto
B1-TR06	B1-PV06	B1-PV07	BSTC	95,477	7,516	31,546	0,861	1000	0,003	59,940	1,793	0,888	56,028	57,840	56,060	55,293	2,591	2,956	0,409	1,356	1,480	Concreto
B1-TR07	B1-PV07	B1-PV08	BSTC	14,747	9,072	32,433	1,049	1000	0,003	67,340	1,865	0,132	57,840	57,621	56,390	56,346	2,956	2,737	0,462	1,196	1,395	Concreto
B1-TR08	B1-PV08	B1-ALA	BSTC	75,253	9,072	32,585	1,047	1000	0,003	65,500	1,920	0,653	57,621	56,212	56,346	55,100	2,737	1,400	0,010	1,196	1,196	Concreto

**TECHPRO Consultoria e Projetos Ltda**  
**Engº Renato Lúcio Cavalcante Oliveira**  
**Engº Civil RNP 060004760 - Sócio**

**Ricardo Dantas Sampaio**  
 Secretário de Infraestrutura, Urbanismo  
 Agropecuária e Recursos Hídricos  
 CPF: 357.726.383-00  
 Portaria Nº 744/2021





---

*Drenagem – Rua Arco-Iris em Horizonte/CE*

**VI. Especificações Técnicas**

## 1. SERVIÇOS PRELIMINARES

### 1.1. Locação com Auxílio Topográfico

As áreas de pavimento deverão ser locadas com auxílio de topógrafo para assim evitar falhas na execução e não ocorra diminuição nas seções previstas em projeto.

### 1.2. Raspagem e Limpeza do Terreno

A completa limpeza do terreno será efetuada manual, dentro da mais perfeita técnica, tomados os devidos cuidados de forma a evitar danos a terceiros.

A limpeza do terreno compreenderá os serviços de capina, roçado, destocamento, queima e remoção, de forma a deixar a área livre de raízes e tocos de árvore.

Deverão ser conservadas no terreno todas as árvores ou formações rochosas existentes, salvo as que, por fator condicionante do projeto arquitetônico, devam ser removidas.

Em qualquer hipótese, nenhuma árvore ou formações rochosas deverá ser removida sem autorização expressa da fiscalização.

O construtor tomará providências no sentido de serem extintos todos os formigueiros e cupinzeiros existentes no terreno.

O expurgo da vegetação e dos detritos resultantes da raspagem e limpeza do terreno será transportado até um aterro sanitário ou lixão mais próximo do local da obra

## 2. OBRAS DE DRENAGEM

### Bocas de Lobo

As Bocas-de-Lobo são dispositivos a serem executados junto aos meios-fios ou meios-fios com sarjetas, em áreas urbanizadas, com o objetivo de captar as águas pluviais e conduzi-las à rede condutora. Na dependência da vazão de chegada a ponto de coleta d'água poderá ser executadas bocas-de-lobo simples ou duplas, ambas com tampa de concreto estrutural, sendo as etapas executivas a seguir descritas aplicáveis a ambas:

- ▶ Escavação e remoção do material existente, de forma a comportar a boca-de-lobo prevista;
- ▶ Compactação da superfície resultante no fundo da escavação, e execução de base de concreto com espessura de acordo com o projeto;

*Drenagem – Rua Arco-Íris em Horizonte/CE*

- ▶ Execução das paredes de concreto, conectando a boca-de-lobo à rede condutora a jusante o(s) tubo(s) de entrada e/ou saída à alvenaria executada, através de rejunte com argamassa, traço 1:4;
- ▶ Instalação do meio-fio e acabamentos em sarjeta;

#### **Galerias de Concreto Armado**

As galerias serão construídas com tubos de concreto armado, conforme dimensionamento do projeto.

As galerias serão executadas sobre lastro de areia, após a escavação e regularização da superfície do terreno. Serão instalados junto à estrutura de concreto dos bueiros, pequenos drenos com barbacãs ligados diretamente ao interior das galerias. Após o assentamento dos tubos concreto armado será executado o reaterro das valas escavadas.

Nos bueiros o concreto utilizado no corpo e nas bocas deverão ser dosados experimentalmente para uma resistência característica à compressão (fck) min., aos 28 dias de 20 MPa, devendo ser preparado de acordo com o prescrito nas normas NBR 6118 e NBR 7187.

As etapas executivas a serem atendidas na construção dos bueiros celulares de concreto são as seguintes:

- ▶ **Locação:** A execução dos bueiros celulares deverá ser precedida da locação da obra, de acordo com os elementos de projeto.
- ▶ **Escavação:** Os serviços de escavação das trincheiras necessárias à execução da obra poderão ser executados manual ou mecanicamente, em uma largura de 50cm superior à do corpo, para cada lado.
- ▶ **Lastro:** Concluída a escavação das trincheiras, será efetuada a compactação da superfície resultante, e as irregularidades remanescentes serão eliminadas mediante a execução de um lastro de areia, com espessura da ordem de 15cm, aplicado em camada contínua em toda a área abrangida pelo corpo e pela soleira das bocas, mais um excesso lateral de 15cm para cada lado.
- ▶ **Corpo:** A execução do corpo dos bueiros celulares será feita segundo três etapas de concretagem, desenvolvidas a partir da parte inferior da obra.

- Primeira Etapa de Concretagem:

*Drenagem – Rua Arco-Iris em Horizonte/CE*

Serão instaladas as armaduras da laje inferior e as formas das laterais, estas para dar apoio às armaduras laterais vinculadas. Segue-se a concretagem da laje de piso, até a cota superior das mísulas inferiores e a conseqüente vibração do concreto lançado.

- Segunda Etapa de Concretagem:

Serão posicionadas as armaduras das paredes e as formas laterais remanescentes. Segue-se a concretagem das paredes, até a cota inferior das mísulas superiores, e a conseqüente vibração do concreto lançado.

- Terceira Etapa de Concretagem:

Serão instaladas as formas e as armaduras da laje superior, e em seguida lançado e vibrado o concreto necessário à complementação do corpo do bueiro celular.

- ▶ Vigas das Cabeceiras: Nas extremidades dos bueiros serão executadas as vigas de topo inferior e superior, simultaneamente com a primeira e terceira etapas de concretagem.
- ▶ Juntas de Dilatação: Serão executadas juntas de dilatação a intervalos de no máximo 15m. Estas juntas serão executadas interrompendo-se dois "panos" anexos de concretagem, segundo uma transversal à obra, com uma peça de "madeirite" e uma placa de isopor, cada uma delas com espessura de 1cm. Concretado o 2º "pano" a peça de "madeirite" e o isopor serão retirados, e a junta será preenchida com mistura de cimento asfáltico e areia, vertida a quente. Opcionalmente poderá ser executada junta do tipo "fungband" ou similar, que assegure a estanqueidade da obra.
- ▶ Reaterro: Após concluída a execução do corpo do bueiro celular dever-se-á proceder à operação de reaterro. O material para o reaterro poderá ser o próprio material escavado, se este for de boa qualidade, ou material especialmente selecionado.
- ▶ Boca: A confecção das bocas (cabeceiras ou extremidades) dos bueiros celulares será iniciada pela escavação das valas necessárias à execução da viga de topo frontal. Segue-se a instalação das formas necessárias a concretagem desta viga e da própria soleira, a disposição das armaduras, o lançamento e a vibração do concreto. Nesta ocasião, deverão ser ainda posicionadas as armaduras das alas que se ligam à soleira, apoiadas em uma das formas de cada ala. Posteriormente, serão instaladas as formas e armaduras remanescentes das alas, lançado e vibrado o concreto, concluindo-se a execução da boca.
- ▶ Acabamentos: Concluída a execução do corpo e das bocas, será efetuado o revestimento da laje de fundo do corpo e da soleira, utilizando-se argamassa de cimento-areia, traço 1:3.

### **Bocas de Bueiro (Alas de Lançamento)**

As bocas de bueiros serão executadas conforme o tipo de bueiro construído, utilizando os procedimentos acima apresentados.

### **Tubos de Ligação entre Poços de Visita e Boca de Lobo**

A rede coletora será constituída por tubos de concreto armado de seção circular, que deverão preferencialmente, ser instalados sob canteiros anexos ao pavimento.

No caso de instalação da rede sob a área trafegável, os tubos se apoiarão sobre berços idênticos aos previstos para bueiros tubulares ou conforme projeto. A sequência executiva envolve as seguintes etapas:

- ▶ Escavação das valas com as declividades e profundidades previstas no projeto, em largura superior ao diâmetro do tubo em 60cm ou na largura indicada pela Fiscalização;
- ▶ Compactação do fundo das valas com soquetes manuais ou mecânicos;
- ▶ Instalação dos tubos, conectando-se às bocas-de-lobo, caixas de ligação e passagem, poços de visitas ou saídas de concreto;
- ▶ Rejuntamento dos tubos com argamassa cimento-areia, traço 1:4; e;
- ▶ Execução do reaterro.

Os tubos de concreto armado a serem empregados terão armadura simples e serão do tipo de encaixe macho e fêmea ou ponta e bolsa, devendo atender às prescrições contidas na NBR 9794 da ABNT – “Tubo de Concreto Armado de Seção Circular para Águas Pluviais”. A classe de tubo a empregar deverá ser compatível com a altura de aterro prevista. Os tubos deverão ser rejuntados com argamassa de cimento-areia, traço 1:4.

### **Concreto Armado para Obras de Arte Correntes (20,0 Mpa)**

#### **Materiais**

- ▶ **Cimento** - Não havendo indicação em contrário, o cimento a empregar será o Portland comum ou de alto forno, devendo satisfazer as prescrições das NBR 5732 e NBR 5735 da ABNT. Caberá a Fiscalização aprovar o cimento a ser empregado, podendo exigir a apresentação de certificado de qualidade, quando julgar necessário. Todo cimento deverá ser entregue no local da obra, em sua embalagem original. O cimento deverá ser armazenado em local seco e abrigado, por tempo e forma de empilhamento que não comprometam a sua qualidade. Será permitido o uso de cimento a granel, desde que, em

*Drenagem – Rua Arco-Íris em Horizonte/CE*

cada silo, seja depositado cimento de uma única procedência. O cimento, em silo, só poderá ficar armazenado por período tal que não venha a comprometer a qualidade.

- ▶ **Agregados** - Os agregados para a confecção de concreto ou argamassa deverão ser materiais resistentes e inertes, de acordo com as definições a seguir. Deverão ser armazenados separadamente, isolados do terreno natural, procurando-se evitar a contaminação.
- ▶ **Agregado Miúdo** – O Agregado miúdo é a areia natural quartzosa de diâmetro menor ou igual a 4,8mm. Deve ser limpo e não apresentar substâncias nocivas, como torrões de argila, matéria orgânica, etc., obedecendo ao prescrito na Especificação Pertinente. Somente mediante autorização da Fiscalização, poderão ser empregadas areias artificiais provenientes de rocha sadia.
- ▶ **Agregado Graúdo** - Consistirá em pedra britada, seixo rolado britado ou não, de diâmetro máximo superior a 4,8mm e inferior a 75mm isento de partículas aderentes, e não podendo apresentar substâncias nocivas, como torrões de argila, matéria orgânica, etc., obedecendo ao prescrito na Especificação Pertinente. O agregado graúdo será constituído pela mistura de partículas de diversos diâmetros, em proporções convenientes, de acordo com os traços indicados.
- ▶ **Água** - A água para preparação dos concretos e argamassas deverá ser razoavelmente clara e isenta de óleos, ácidos, álcalis, matéria orgânica, etc., e obedecer à Especificação Pertinente.
- ▶ **Aço para as Armaduras e/ou Tela em Aço** - A qualidade do aço a empregar deverá atender às prescrições da ABNT.
- ▶ **Formas para Concretos**- As formas deverão ser constituídas de modo que o concreto acabado tenha as formas e as dimensões do projeto, esteja de acordo com alinhamento e cotas e apresente uma superfície lisa e uniforme. Deverão ser projetadas de modo que sua remoção não cause danos ao concreto e que comportem o efeito da vibração de adensamento e da carga do concreto. As dimensões, nivelamento e verticalidade das formas deverão ser verificados cuidadosamente. Deverão ser removidos do interior das formas todo pó de serra, aparas de madeira e outros restos de material. Em pilares, nos quais o fundo é de difícil limpeza, devem-se deixar aberturas provisórias para facilidade desta operação. As juntas das formas deverão obrigatoriamente, ser vedadas, para evitar perda de argamassa do concreto ou de água. Nas formas para superfícies à vista, o material deve ser madeira compensada, chapas de aço ou tábuas revestidas com lâminas de compensado ou folhas metálicas. Para superfícies que não fiquem aparentes, o material utilizado pode ser a madeira comumente usada em construções (tábuas de pinho do Paraná de 3ª, por exemplo).



*Drenagem – Rua Arco-Íris em Horizonte/CE*

Antes da concretagem, as formas deverão ser abundantemente molhadas. As braçadeiras de aço para as formas deverão ser construídas e aplicadas de modo a permitir a sua retirada sem danificar o concreto. O prazo para desmoldagem será o previsto pela NBR 6118, da ABNT. O cimbramento deverá ser projetado e construído de modo que receba todos os esforços atuantes sem sofrer deformações. Para isto, deverão ser evitados apoios em elementos sujeitos a flexão, bem como adotados contraventamento para a obtenção da rigidez necessária. Quando o terreno natural for rochoso ou mesmo de uma boa consistência, sem ser suscetível à erosão ou ao desmoronamento, o cimbramento poderá apoiar-se diretamente sobre o mesmo, no caso de rocha, ou sobre pranchões dispostos horizontalmente, no outro caso.

#### **Preparo**

O concreto poderá ser preparado no local da obra ou recebido pronto para emprego imediato, quando preparado em outro local, e transportado.

O preparo do concreto no local da obra deverá ser feito em betoneira de tipo e capacidade aprovados pela Fiscalização e somente será permitida a mistura manual em casos de emergência, com a devida autorização da Fiscalização, desde que seja enriquecida a mistura, com pelo menos 10% do cimento previsto no traço adotado. Em hipótese alguma a quantidade total de água de amassamento será superior à prevista na dosagem, havendo sempre um valor fixo para o fator água/cimento.

Os materiais serão colocados no tambor de modo que uma parte da água de amassamento seja admitida antes dos materiais secos; a ordem de entrada na betoneira será: parte do agregado graúdo, cimento, areia, e o restante da água de amassamento e, finalmente, o restante do agregado graúdo. Os aditivos deverão ser adicionados à água em quantidades certas, antes do seu lançamento no tambor, salvo recomendações de outro procedimento, pela Fiscalização.

A mistura volumétrica do concreto deverá ser sempre preparada para uma quantidade inteira de sacos de cimento. Os sacos de cimento que, por qualquer razão, tenham sido parcialmente usados, ou que contenham cimento endurecido, serão rejeitados. O uso de cimento proveniente de sacos usados ou rejeitados não será permitido.

Todos os dispositivos, destinados à medição para preparo do concreto deverão estar sujeitos à aprovação da Fiscalização.

Quando a mistura for feita em central de concreto, situada fora do local da obra, a betoneira e os métodos usados deverão estar de acordo com os requisitos deste item.

*Drenagem – Rua Arco-Iris em Horizonte/CE*

O concreto deverá ser preparado somente nas quantidades destinadas ao uso imediato. O concreto que estiver parcialmente endurecido não deverá ser remisturado.

#### **Transporte**

Quando a mistura for preparada fora do local da obra, o concreto deverá ser transportado para o canteiro de serviço em caminhões betoneiras. O fornecimento do concreto deverá ser regulado de modo que a concretagem seja feita continuamente, a não ser quando retardada pelas operações próprias da concretagem. Os intervalos entre as entregas deverão ser tais que não permitam o endurecimento parcial do concreto já colocado, não devendo exceder a 30 minutos.

#### **Lançamento**

O lançamento do concreto de uma altura superior a dois metros, bem como o acúmulo de grande quantidade em um ponto qualquer e o seu posterior deslocamento, ao longo das formas, não serão permitidos.

Calhas, tubos ou canaletas poderão ser usados como auxiliares no lançamento do concreto. Deverão estar dispostos e ser usados de modo que eles próprios não provoquem segregação do concreto.

Todas as calhas, canaletas e tubulões deverão ser mantidas limpas e isentas de camada de concreto endurecido, devendo ser preferencialmente feitas ou revestidas com chapas metálicas.

Cuidados especiais deverão ser tomados para manter a água parada no local do lançamento. O método de lançar o concreto deverá ser regulado de modo a que sejam obtidas camadas aproximadamente horizontais.

#### **Adensamento**

O concreto deverá ser bem adensado dentro das formas mecanicamente, usando-se para isso vibradores de tipo e tamanho aprovados pela Fiscalização. Somente será permitido o adensamento manual em caso de interrupção no fornecimento de força motriz aos aparelhos mecânicos empregados, e por período de tempo mínimo indispensável ao término da moldagem da peça em execução, devendo-se, para este fim, elevar o consumo de cimento de 10%, mantido o fator água/cimento.

Para a concretagem de elementos estruturais, serão empregados, preferivelmente, vibradores de imersão com diâmetro da agulha vibratória adequado às dimensões da peça, ao espalhamento e à densidade de ferros da armadura metálica, a fim de permitir a sua ação em toda a massa a vibrar, sem provocar, por penetração forçada, o afastamento das barras de suas posições corretas.

*Drenagem – Rua Arco-Íris em Horizonte/CE*

A posição correta de emprego de vibradores de imersão é a vertical, devendo ser evitado seu contato demorado com as paredes das formas ou com as barras da armadura, assim como sua permanência demasiada em um mesmo ponto, o que poderá causar refluxo excessivo da pasta em torno da agulha.

O afastamento de dois pontos contíguos de imersão do vibrador deverá ser de no mínimo 30cm.

A consistência dos concretos deverá satisfazer às condições de adensamento com a vibração e a trabalhabilidade exigida pelas peças a moldar.

#### **Cura e Proteção**

O concreto a fim de atingir sua resistência total, deverá ser curado e protegido eficientemente contra o sol, vento e chuva. A cura deve continuar durante um período mínimo de 3 dias após o lançamento, caso não existam indicações em contrário.

A água para a cura deverá ser da mesma qualidade da usada para a mistura do concreto.

### **3. MOVIMENTO DE TERRA**

Serão observadas as seguintes normas para os serviços de Terraplenagem:

- DER-ES-T 01/94 Serviços Preliminares
- DER-ES-T 02/94 Caminhos de Serviços
- DER-ES-T 04/94 Cortes
- DER-ES-T 05/94 Empréstimos
- DNIT-ES-T 06/94 Aterros com Solos

#### **3.1. Escavação, Carga, Transporte e Descarga de Materiais**

O ciclo de Escavação, carga, e Transporte de Materiais deverá ser executado com equipamentos apropriados. O transporte de Material será feito em caminhões basculantes que levarão o material da jazida ou de cortes ao local onde será executado o aterro.

#### **3.2. Compactação de Aterros**

Os solos para os aterros deverão ser em materiais isentos de matérias orgânicas, micáceas e diatomáceas.



*Drenagem – Rua Arco-Íris em Horizonte/CE*

O espalhamento dos materiais depositados na plataforma se fará com motoniveladora. O espalhamento será feito de modo que a camada fique com espessura constante. Não poderão ser confeccionadas camadas com espessuras compactadas superiores a 22,0 cm (vinte e dois centímetros) nem inferiores a 15,0 cm (quinze centímetros).

A compactação do aterro deve ser executada preferencialmente com rolo liso vibratório autopropulsor isoladamente ou em combinação com rolo vibratório pé-de-carneiro autopropulsor (pata curta). No acabamento deve ser também utilizado o rolo pneumático. Para atingir-se a faixa do teor de umidade na qual o material será compactado, serão utilizados carros tanques para umedecimento, motoniveladora e grade de discos para homogeneização da umidade e uma possível aeração. A faixa de umidade para compactação terá como limites (hot - 2,0) % e (hot + 1,0) %. É muito importante uma perfeita homogeneização da umidade para uma boa compactação.

As escavações serão executadas adotando-se todas as providências e cuidados necessários à segurança dos operários, garantia das propriedades vizinhas e integridade dos logradouros e redes públicas de água, esgoto, energia e telefone. Serão convenientemente isoladas, escoradas e esgotadas quando necessário e, caso tenham profundidade superior a 1,50 m (um metro e meio), deverão ser taludadas ou protegidas com dispositivos adequados de contenção. O tipo de proteção (cortinas, arrimos ou escoras), será escolhido de acordo com a natureza do solo, de comum acordo entre o construtor e a fiscalização.

A execução dos trabalhos de escavação obedecerá, naquilo que for aplicável, ao código de Fundações e Escavações, bem como às normas da ABNT atinentes ao assunto.

#### 4. PAVIMENTAÇÃO EM PEDRA TOSCA

##### 4.1. Pavimentação em Pedra Tosca

###### Colchão de Areia

Deverá ser executado um aterro (colchão) de areia grossa na altura de 10 a 15 cm (dez a quinze centímetros) para recebimento da pedra tosca sob a superfície depois de executado o aterro. O colchão de Areia será executado simplesmente para assentamento das pedras e não deverá ser executado com a função conformar geometricamente nem de elevar o greide da via.

###### Pavimentação em Pedra Tosca sem Rejuntamento

Sobre colchão de areia grossa será executada a pavimentação com cubos de pedras nas dimensões variáveis. Após assentamento o pavimento será compactado mecanicamente.

A rocha deverá ter textura homogênea, sem fendilhamento, sem alterações, possuir boas condições de dureza e de tenacidade e apresentar um Desgaste Los Angeles (DNER-ME 35) inferior a 40% (quarenta por cento). As rochas graníticas são as mais apropriadas.

As Pedras Toscas serão amarradas de forma a apresentar uma face plana, que será a face superior, e ter dimensões que possam se inscrever num círculo de 10 a 20 cm (dez a vinte centímetros) de diâmetro e tenham alturas variando entre 10 e 15 cm (dez a quinze centímetros).

Deverá ser observado o caimento transversal (3%) do pavimento para adequado escoamento de águas pluviais.

Os blocos de Pedras Toscas serão transportados de caminhões basculantes ou de carroceria. Sua distribuição será feita ao longo do intervalo a ser calçamentado, de preferência ao lado pista. Caso tenha-se que distribuí-los dentro da pista, faz-se em fileiras longitudinais (paralelas ao eixo), interrompidas a cada 2,50 m (dois metros e meio) para permitir a implantação das linhas de referência para o assentamento dos blocos de pedra.

Os blocos de Pedra Tosca serão assentes sobre o colchão de areia em linhas perpendiculares ao eixo da pista, obedecendo as cotas e abaulamentos do Projeto. Em tangente, o abaulamento será feito por duas rampas, opostas a partir do eixo, com declividade variando entre 3% e 4% (três e quatro por cento), salvo outra indicação do Projeto. Nas curvas, a declividade transversal será a indicada pela superelevação projetada.

As juntas de cada fiada de pedra deverão ser alternadas com relação às das duas fiadas vizinhas de tal modo que cada junta fique em frente ao bloco de pedra, no seu terço médio.

A colocação dos blocos de pedras deverá ser feita da seguinte maneira:

*Drenagem – Rua Arco-Íris em Horizonte/CE*

As Pedras Mestras serão as primeiras pedras assentes espaçadamente, de conformidade com o Greide e abaulamento transversal do Projeto, destinadas a servir de referência para o assentamento das demais pedras.

Inicialmente assentam-se cinco linhas de Pedras Mestras, paralelas ao eixo da rodovia, nos seguintes locais: eixo da pista, bordo esquerdo, bordo direito, meio da faixa de tráfego esquerda, meio da faixa de tráfego direita. Em cada linha as pedras mestras são espaçadas de 2,50 m (dois metros e meio) uma das outras. A distância entre dois alinhamentos de pedras mestras não deve ser superior a 2,50 m (dois metros e meio). A cota de cada pedra mestra, antes da compressão, deverá ficar 1,0 cm (um centímetro) acima da cota de Projeto.

No assentamento das demais pedras, sempre em fileiras perpendiculares ao eixo, deve-se proceder da seguinte maneira: o operário escolhe a face de rolamento e, com o martelo, fixa a pedra no colchão de areia, com essa face para cima. Após o assentamento da primeira pedra, assenta-se igualmente a Segunda, escolhendo-se convenientemente a face de rolamento e a face que vai encostar-se à pedra já assentada. As pedras devem se tocar ligeiramente, formando-se as juntas pelas irregularidades das duas faces, não podendo essas juntas serem alinhadas nem exceder a 1,5 cm (um centímetro e meio).

As demais pedras serão assentes com os mesmos cuidados.

Como as pedras são irregulares, a boa qualidade do assentamento depende muito da habilidade do calceteiro. Mesmo com os cuidados necessários, sempre aparecerão juntas mais alargadas, devendo nestes casos ser preenchidas (acunhadas) com pedras menores.

Igualmente às pedras mestras, as demais pedras antes da compressão ficarão 1,0 cm (um centímetro) acima das cotas de projeto.

#### **Compactação Mecânica**

A compactação do pavimento deverá ser da seguinte forma: Durante a execução de um pequeno trecho em pedra tosca, é processada uma compressão preliminar com soquete manual (maço) para possibilitar o Tráfego de canteiro. Após a Execução do Calçamento será executada a compactação com Rolo Compactador do tipo "Tandem", começando-se pelo ponto de menor cota para o de maior cota na seção transversal. O número de passadas, assim executadas, é de 3 vezes no mínimo.

#### **4.2. Regularização e Compactação do Sub-leito**

Na execução do serviço de regularização e compactação do sub-leito, deverão ser observadas as recomendações constantes da especificação DNER-ES 299/97 (regularização do sub-leito).

*Drenagem – Rua Arco-Íris em Horizonte/CE*

A regularização e compactação do sub-leito destina-se a conformar o leito da via a pavimentar, compreendendo cortes e aterros de até 20 cm (vinte centímetros) de espessura, para a obtenção dos perfis transversais e longitudinais indicados no projeto de engenharia.

Esse serviço será executado após a terraplenagem e antes da execução de qualquer camada do pavimento.

Os cortes e aterros que excederem a espessura de 20 cm (vinte centímetros) serão executados de acordo com as especificações de terraplenagem.

Não será permitida a execução desse serviço em dias chuvosos.

Na execução dos aterros deverá ser utilizado o material proveniente dos cortes. A critério da fiscalização, constatada a deficiência em quantidade ou qualidade do material dos cortes, poderão ser autorizados serviços de bota-fora e/ou importação de material, os quais serão pagos como serviços de terraplenagem. O material importado deverá apresentar características de qualidade e resistência superiores às do subleito.

A execução da regularização e compactação do subleito deverá prever a utilização racional de equipamento apropriado, atendidas as condições locais e a produtividade exigida. A fiscalização poderá determinar a substituição de equipamentos ao constatar deficiência em seu desempenho ou inadaptabilidade ao tipo de serviço.

Após a execução dos cortes e aterros necessários à obtenção das seções transversal e longitudinal de projeto, a superfície do subleito deverá ser escarificada, umedecida ou aerada, compactada e acabada. A compactação será feita na umidade ótima (mais ou menos 2%) até se obter a massa específica aparente seca correspondente a 100% (cem por cento) da massa específica aparente seca máxima determinada pelo ensaio normal de compactação.

Após a execução da regularização e compactação do subleito, proceder-se-á a relocação e o nivelamento do eixo e dos bordos, admitindo-se as seguintes tolerâncias:

- a) Variação máxima de altura de  $\pm 3$  cm (mais ou menos três centímetros) para eixo e bordos, desde que não ocorram cotas obrigatórias em relação ao greide final.
- b) Variação máxima de largura de + 10 cm (mais dez centímetros) para a plataforma, não se admitindo variação negativa.
- c) Variação máxima de + 20% (mais vinte por cento) para a flecha de abaulamento, não se admitindo variação negativa.

*Drenagem – Rua Arco-Iris em Horizonte/CE*

O controle geotécnico dos materiais utilizados e do grau de compactação se dará obedecendo às prescrições da norma DNER-ES 299/97 (regularização do subleito), observados os limites fixados no projeto de engenharia.

A medição será realizada pela área da plataforma concluída expressa em metros quadrados. Será adotado, para efeito de pagamento, o menor valor entre a área medida no campo e a área indicada no projeto.

Nos serviços onde houver coincidência da camada final de 10 cm (dez centímetros) da terraplenagem com a regularização do subleito, esse último serviço não deverá ser medido, por ser idêntico ao primeiro.

O preço unitário definido deverá considerar todas as despesas para a execução do serviço, inclusive materiais, equipamentos, ferramentas, mão-de-obra, encargos sociais e eventuais indenizações pela utilização de áreas de empréstimo.

#### **4.3. Escavação, Carga, Transporte e Descarga de Materiais**

O ciclo de Escavação, carga, e Transporte de Materiais deverá ser executado com equipamentos apropriados. O transporte de Material será feito em caminhões basculantes que levarão o material da jazida ou de cortes ao local onde será executado o aterro.

As escavações serão executadas mecanicamente no local da jazida onde será feita a carga dos materiais para Revestimento da base até o local da obra em caminhões basculantes.

A utilização dos empréstimos está condicionada ao que prescreve as Especificações DERT ES-T-05/94.

#### **4.4. Solo Estabilizado Granulometricamente (Solo Base)**

A Base é a Camada de Solo Estabilizado, superposta ao leito de uma estrada, que seja capaz de oferecer uma superfície de rolamento de qualidade superior à do solo existente.

Os materiais utilizados no solo base são os disponíveis na região da estrada, podendo ser:

- Solos lateríticos, que se caracterizam pela sua baixa expansibilidade;
- Solos não lateríticos, mistos ou constituídos de pedregulhos, areias, siltes ou argilas;
- Rochas britadas;
- Mistura de solos ou de solo com brita.



Drenagem – Rua Arco-Íris em Horizonte/CE

Os materiais ideais para Base devem possuir as seguintes características:

- O agregado graúdo (retido na peneira nº 10) ser constituído de partículas duras e duráveis de fragmentos de pedras e apresentar uma percentagem de desgaste, no ensaio Los Angeles, inferior a 50% (cinquenta por cento);
- O agregado miúdo (passando na peneira nº 10) ser constituído de areia e de partículas finas que passem na peneira nº 200;

Todo material ser isento de matéria orgânica ou vegetal e se enquadrar numa das seguintes faixas granulométricas:

PENEIRAS	PERCENTAGEM PASSANDO, EM PESO			
	C	D	E	F
1 "	100	100	100	100
3/8"	50 - 85	60 - 100	-	-
Nº 4	35 - 65	50 - 85	55 - 100	70 - 100
Nº 10	25 - 50	40 - 70	40 - 100	55 - 100
Nº 40	15 - 30	25 - 45	20 - 50	30 - 70
Nº 200	5 - 15	10 - 25	6 - 20	8 - 25

Para solos lateríticos, a fração que passa na peneira nº 40 ter um limite de liquidez inferior ou igual a 40% ( $LL \leq 40$ ) e um índice de plasticidade entre 4% e 15% ( $4 \leq IP \leq 15$ );

Para solos não lateríticos, a fração que passa na peneira nº 40 ter um limite de liquidez inferior ou igual a 35% ( $LL \leq 35$ ) e um índice de plasticidade entre 4% e 9% ( $4 \leq IP \leq 9$ ).

Poderão ser utilizados materiais fora das características geotécnicas anteriores, desde que tenha um comportamento satisfatório como base, comprovado pela experiência regional, e sejam indicados no Projeto.

Em regiões com escassez de materiais granulares, deverá ser evitada a utilização de jazidas de solos com características de camada de Base de pavimentos flexíveis. Estas jazidas deverão ser preservadas para serem utilizadas por ocasião da pavimentação da estrada.

O equipamento básico para a execução de um revestimento para base é o seguinte:

- Equipamentos de exploração da jazida de solos (Trator de Esteira, Escavadeira Hidráulica, Carregadeira Frontal, Caminhões Basculantes);



*Drenagem – Rua Arco-Iris em Horizonte/CE*

- Motoniveladora Pesada com escarificador suficientemente potente para destorroar e homogeneizar o material da camada cuja espessura após a compactação possam atingir pelo menos 20 cm (vinte centímetros), e de conformar a superfície;
- Grade de Discos, rebocada por um conveniente Trator de Pneus, devendo ser capaz de complementar os trabalhos de destorroamento e homogeneização do teor de água iniciados pela Motoniveladora. Poderão ser usados dispositivos tipo "Pulvimixer";
- Caminhão Distribuidor de água;
- Rolo Compressor, que poderá ser de Pneus, Pé de Carneiro Vibratório ou Liso Vibratório.

O leito da estrada que irá receber a base deverá estar perfeitamente regularizado e consolidado, obedecendo às condições geométricas de alinhamento, greide e seção transversal projetados.

A camada de base terá em toda largura da plataforma uma espessura constante de acordo com o projeto. A espessura da camada será preferencialmente de 30 cm (trinta centímetros).

A execução de RP sem mistura ou com mistura na pista envolve basicamente as seguintes operações:

- Espalhamento:

O espalhamento dos materiais depositados na plataforma se fará com motoniveladora. O espalhamento será feito de modo que a camada fique com espessura constante. Não poderão ser confeccionadas camadas com espessuras compactadas superiores a 22,0 cm (vinte e dois centímetros) nem inferiores a 15,0 cm (quinze centímetros). No caso de 2 materiais será feito primeiramente o espalhamento do material de maior quantidade e sobre essa camada espalhar-se-á o outro material.

- Homogeneização dos materiais secos:

O material espalhado será homogeneizado com o uso combinado de grade de disco e motoniveladora. A homogeneização prosseguirá até que visualmente não se distinga um material do outro. A pulverização dos materiais é fundamental. Nessa fase serão retirados blocos de pedra, raízes e outros materiais estranhos.

- Umedecimento ou aeração e homogeneização da umidade:

Para atingir-se a faixa do teor de umidade na qual o material será compactado, serão utilizados carros tanques para umedecimento, motoniveladora e grade de discos para homogeneização da umidade e uma possível aeração. A faixa de umidade para compactação terá como limites (hot – 2,0) % e (hot + 1,0) %. É muito importante uma perfeita homogeneização da umidade para uma boa compactação.

- **Compactação:**

A compactação deve ser executada preferencialmente com rolo liso vibratório autopropulsor isoladamente ou em combinação com rolo vibratório pé-de-carneiro autopropulsor (pata curta). No acabamento deve ser também utilizado o rolo pneumático.

- **Acabamento:**

A operação de acabamento será executada com motoniveladora e rolos compactadores usuais, que darão a conformação geométrica longitudinal e transversal da plataforma, de acordo com o Projeto. Só será permitida a conformação geométrica por corte. Imprescindível é a retirada das leiras nos bordos dos aterros (conhecidos como "bigodes") para evitar a retenção de águas e ocorrências de erosões nos locais de escoamento.

- **Liberação ao Tráfego.**

Após a verificação e aceitação do intervalo trabalhado, a Base está em condições de receber a camada de pavimentação projetada.

#### **4.5. Banqueta / Meio-Fio em Concreto Pré-moldado**

Os meios-fios terão dimensões de 0,50 x 0,30m x 0,12m e serão em pedra granítica.

A parte frontal do meio fio será de 15cm de modo a garantir uma drenagem pluvial que der escoamento as águas.

#### **Recomendações Gerais**

Os Meios-fios deverão ser assentados obrigatoriamente antes da execução da pavimentação.

O assentamento do meio fio obedecerá às seguintes etapas:

- Escavação da cava para assentamento do meio-fio obedecendo aos alinhamentos, cotas e dimensões indicadas no projeto;
- Execução, quando for necessário, de base de brita ou areia para regularização e apoio dos meios-fios;
- Instalação e assentamento dos meios-fios graníticos, de forma compatível com o projeto-tipo considerado.
- Rejuntamento com argamassa cimento-areia, traço 1:4;
- Execução de aterro para contenção do meio-fio em piçarra ou arisco, obedecendo à altura da face superior do meio fio, e uma largura mínima de 0,40 m (40 centímetros).

#### 4.6 Limpeza da Obra

A obra será entregue em perfeito estado de limpeza e conservação: deverão apresentar funcionamento perfeito todas as suas instalações, equipamentos e aparelhos, com as instalações definitivamente ligadas às redes de serviços públicos. Será removido todo o entulho do terreno, sendo cuidadosamente limpos e varridos os acessos. Todas as cantarias, alvenarias de pedra, pavimentação, revestimentos, cimentados, ladrilhos, pedras, azulejos, vidros, aparelhos sanitários etc., serão limpos, abundante e cuidadosamente lavados, de modo a não serem danificadas outras partes da obra por estes serviços de limpeza.

TECHPROJ Consultoria e Projetos Ltd.  
Engº Renato Lúcio Cavalcante de Oliveira  
Engº Civil RNP 060004760 - 1. Sócio

Ricardo Dantas Sampaio  
Secretário de Infraestrutura, Urbanismo  
Agropecuária e Recursos Hídricos  
CPF: 357.726.383-00  
Portaria Nº 744/2021

51





Drenagem – Rua Arco-Iris em Horizonte/CE

VII. Peças Gráficas

**ÍNDICE**

Nº PRANCHA	DESCRIÇÃO
01	Planta de Localização
02	Plantas de bacias
03	Projeto Geométrico
04	Perfis Longitudinais de Pavimentação das Ruas e de Drenagem
05	Detalhe de Boca de Lobo
06	Detalhe de Poços de Visita
07	Detalhes de Ala e Tubos

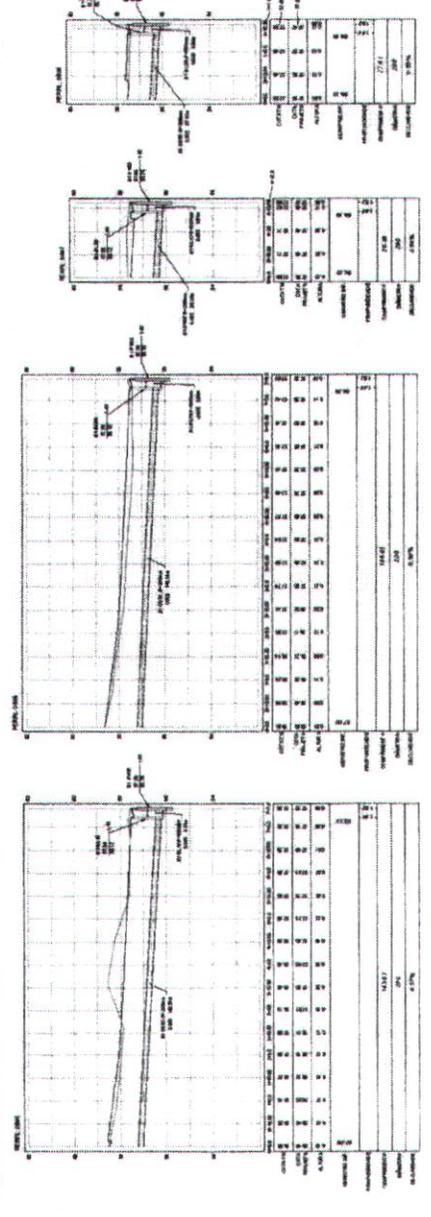
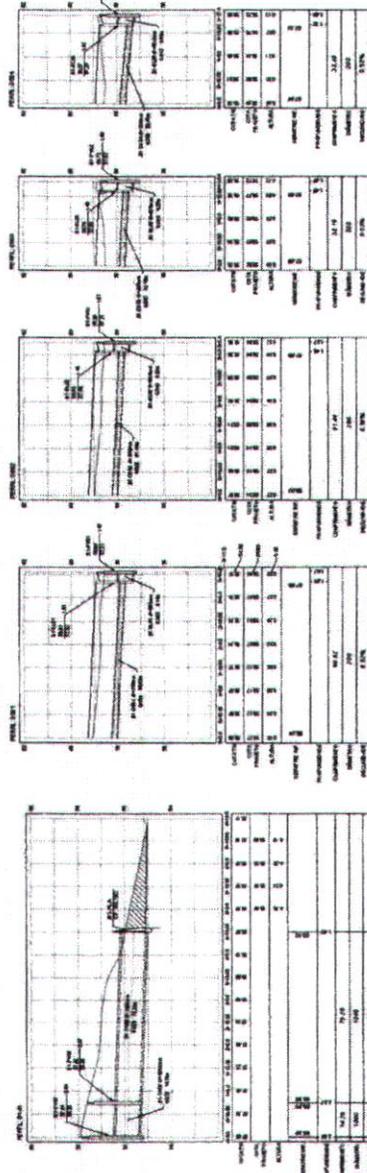
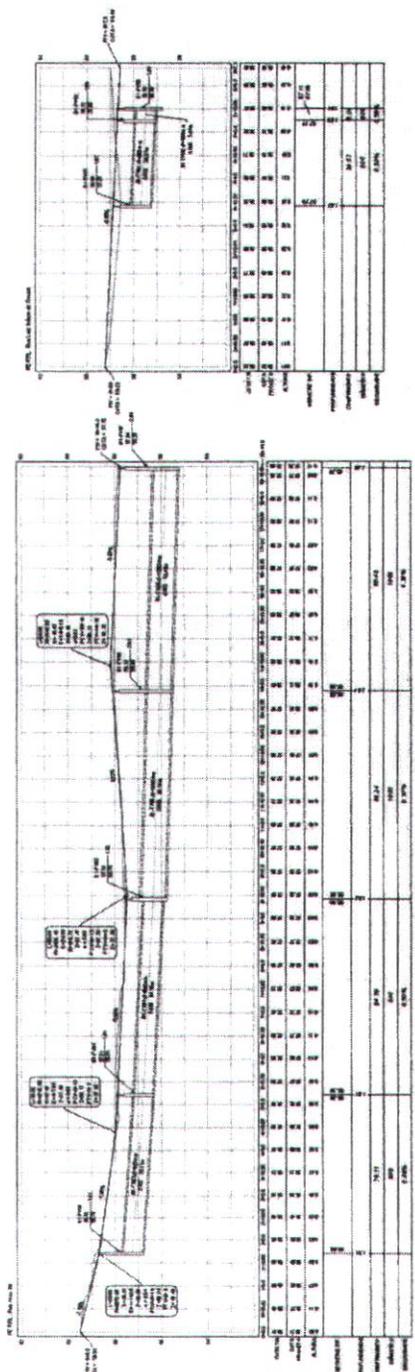
TECHPROJ Consultoria e Projetos Ltda  
Engº Renato Lúcio Cavalcante de Oliveira  
Engº Civil RNP 060004760 - 1.º Soc.

Ricardo Damás Sampaio  
Secretário de Infraestrutura, Urbanismo  
Agropecuária e Recursos Hídricos  
CPF: 357.726.383-00  
Portaria Nº 744/2021









**Ricardo D'Amorim Sampaio**  
 Secretário de Infraestrutura, Urbanismo  
 Agropecuária e Recursos Hídricos  
 CPF: 357.726.383-00  
 Portaria Nº 744/2021

**Miguel Cristiano Alves de Brito**  
 Engenheiro Civil  
 Horizonte - CE  
 CREA-CE: 12.660-D

**LEGENDA**

- ALINHAMENTO PROPOSTO
- ALINHAMENTO EXISTENTE
- ALINHAMENTO DE TRANSIÇÃO
- ALINHAMENTO DE TRANSIÇÃO
- ALINHAMENTO DE TRANSIÇÃO

**NOTAS**

1. O projeto foi elaborado com base em dados fornecidos pelo cliente.
2. O projeto não considera a possibilidade de alteração de nível do terreno.
3. O projeto não considera a possibilidade de alteração de declividade.
4. O projeto não considera a possibilidade de alteração de largura de faixa de domínio.
5. O projeto não considera a possibilidade de alteração de tipo de pavimento.
6. O projeto não considera a possibilidade de alteração de tipo de drenagem.
7. O projeto não considera a possibilidade de alteração de tipo de iluminação.
8. O projeto não considera a possibilidade de alteração de tipo de sinalização.
9. O projeto não considera a possibilidade de alteração de tipo de mobiliário urbano.
10. O projeto não considera a possibilidade de alteração de tipo de paisagismo.

**REVISÃO**

Nº	Descrição	Data
01	ELABORAÇÃO	10/01/2021
02	REVISÃO	10/01/2021
03	REVISÃO	10/01/2021
04	REVISÃO	10/01/2021

**PROJETO**

Projeto de Engenharia Civil  
 Rua: ... Nº: ...  
 CEP: ...

**COMISSÃO DE LICITAÇÃO**

PM BETHORIT

2021



