

Sumário

1 RESUMO.....	3
2 PAVIMENTAÇÃO.....	7
2.1 VIA COM PAVIMENTAÇÃO EM CONCRETO BETUMINOSO (CBUQ)	7
2.2 DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO	7
2.2.1 Pavimento.....	7
2.2.2 Materiais Constituintes Do Pavimento.....	7
2.2.3 Estudos Geotécnicos.....	7
2.3 METODOLOGIA DE DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO FLEXÍVEL	7
2.3.1 Método do DNIT.....	7
3 SINALIZAÇÃO VIÁRIA.....	18
3.1 INTRODUÇÃO	18
3.2 REGULAMENTAÇÃO	18
3.3 ADVERTÊNCIA	18
3.4 INDICAÇÃO	19
3.5 SUPORTES	19

1 RESUMO

O escopo do projeto em questão trata-se do Projeto de Infraestrutura para Trecho da Estrada do Brejo do Cajueiro, com Implantação de Terraplenagem, Pavimentação, Drenagem e Sinalização Horizontal e Vertical, indicando em planta todo o trecho contemplado.

Dados do Projeto para efeito de quantitativos e Orçamento:

- **Material de sub-base: Jazida Irmãos Andrade, Povoado Pedreiras, em Japoatã/SE. (DMT=35,80km).**
- **Material de Base: Brita Graduada Simples (BGS): Pedreira Mineração São Jorge, Povoado Saco das Varas, Muribeca/SE (DMT=33,10km).**
- **Material Asfáltico: Usina de Asfalto FM-MIX, km 11 da BR-235 situada no município de Nossa Senhora do Socorro/SE (DMT=102,0km).**

Dados Técnicos necessários para material de sub-base:

A Sub-base a ser utilizada deverá ser estabilizada granulometricamente, apresentar camada com espessura mínima de 20cm, e índice CBR maior ou igual à 20%.

Aproveitamento de Material:

Em virtude da má qualidade de material, não foi considerado aproveitamento de material de corte.

DMT (Distância Média de Transporte) para Material de Bota-Fora:

Foi considerada uma distância de DMT para o material de corte (material de que não será aproveitado) para bota-fora de 2 km, onde tal descarte será destinado ao melhoramento de áreas baixas nas proximidades da obra, sendo direcionado pela prefeitura a dispor das necessidades da comunidade ao entorno.

Para Controle Tecnológico do material de corte e aterro, ao critério da Contratante, poderão ser exigidos os seguintes ensaios:

- Um ensaio de compactação para cada 1000 m³ de um mesmo material do **corpo do aterro** (segundo o Método DNER-ME 129 - Proctor Normal);

- Um ensaio de compactação para cada 200 m³ de um mesmo material das **camadas finais** do aterro (segundo o Método DNER-ME 129 - Proctor Normal);
- Um ensaio para determinação da massa específica aparente seca, "in situ", para cada 1000 m³ de material compactado no corpo do aterro, correspondente ao ensaio de compactação, e no mínimo duas determinações por dia, em cada camada de aterro;
- Um ensaio para determinação da massa específica aparente seca "in situ", para cada 100 m³ das **camadas finais** do aterro, alternadamente no eixo e bordos, correspondente ao ensaio de compactação;
- Um ensaio de granulometria (DNER-ME- 080), do limite de liquidez (DNER-ME-122) e do limite de plasticidade (DNER-ME-082), para o **corpo do aterro**, para todo grupo de dez amostras submetidas ao ensaio de compactação;
- Um ensaio de granulometria (DNER-ME- 080), do limite de liquidez (DNER-ME-122) e do limite de plasticidade (DNER-ME-082) para as **camadas finais** do aterro, para todo grupo de quatro amostras submetidas ao ensaio de compactação;
- Um ensaio do Índice de Suporte Califórnia (ISC) com a energia do método (DNER-ME- 49 - Proctor Normal), para as **camadas finais**, para cada grupo de quatro amostras submetidas ao ensaio de compactação.

Para Controle Tecnológico da Brita Graduada na execução, deverão seguir as seguintes determinações:

- determinação do teor de umidade pelo método expedito da frigideira a cada 250 m² de pista, imediatamente antes da compactação; se o desvio da umidade em relação à umidade ótima for de no máximo de -2,0 % a +1,0 % pontos percentuais em relação ótima de compactação, o material pode ser liberado para compactação;
- granulometria de amostras obtidas na pista durante o espalhamento, conforme NBR NM 248, sendo 2 ensaios por jornada de 8 h de trabalho, com intervalo mínimo de 4 horas entre as amostragens, e sempre que ocorrerem indícios de variação da granulometria da mistura;

- ensaio de compactação na energia modificada, conforme NBR 7182, de amostras coletadas na pista, sendo 1 ensaio sempre que a curva granulométrica da mistura se encontrar fora da faixa de trabalho;
- determinação da umidade e da massa específica aparente seca in situ, conforme NBR 7185, e o respectivo do grau de compactação, imediatamente após a conclusão da camada, a cada 250 m², em pontos que sempre obedecem à ordem: borda direita, eixo, borda esquerda, eixo, borda direita etc.; a determinação nas bordas deve ser feita a 60 cm delas. O grau de compactação deve ser obtido em relação aos valores obtidos na alínea b, item 6.2; excetuam-se os casos em que a curva granulométrica do material se encontrar fora da faixa de trabalho, quando deve-se obter o grau de compactação em relação aos valores obtidos na alínea c deste item;

No Controle Tecnológico do Asfalto, deverão seguir as seguintes determinações:

Asfalto Diluído:

- 01 ensaio de Viscosidade Cinemática a 60°C (P-MB 826);
- 01 ensaio de Viscosidade “Saybolt-Furol” (DNER-ME 004) a diferentes temperaturas para o estabelecimento da relação viscosidade x temperatura para cada 100t;
- 01 curva de viscosidade x temperatura;
- 01 ensaio do ponto de fulgor (DNER-ME 148), para cada 100t.

Concreto Betuminoso

- O controle da execução será exercido através de coleta de amostra, ensaios e determinação feita de maneira aleatória.
- Temperatura de compressão na pista deverá ser efetuada medidas de temperatura durante o espalhamento da massa, imediatamente antes de iniciada a compressão.

2 PAVIMENTAÇÃO

2.1 VIA COM PAVIMENTAÇÃO EM CONCRETO BETUMINOSO (CBUQ)

2.2 DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

2.2.1 Pavimento

2.2.1.1 Definição

Estrutura composta por camadas superpostas, de materiais diferentes, construída sobre o subleito, destinada a resistir e distribuir ao subleito simultaneamente esforços horizontais e verticais, o pavimento deve estar adequado para atender estruturalmente e operacionalmente o tráfego, que solicitará a rodovia durante o período de projeto, de maneira durável e ao mínimo custo.

2.2.1.2 Pavimento Flexível

Constituído por revestimento asfáltico sobre camada de solo estabilizado granulometricamente. São dimensionados normalmente a compressão e a tração na flexão, provocada pelo aparecimento das bacias de deformações sob as rodas de veículos.

2.2.2 Materiais Constituintes Do Pavimento

Os materiais mais utilizados na construção do pavimento asfáltico são agregado graúdo, agregado miúdo, material de enchimento filer e ligante asfáltico, os quais devem satisfazer às Normas pertinentes, e às especificações aprovadas pelo DNIT, essas materias utilizados na composição do pavimento representam diretamente a qualidade e a durabilidade da estrutura.

2.2.3 Estudos Geotécnicos

Os estudos geotécnicos tiveram por objetivo a localização e identificação dos materiais constituintes do subleito da via projetada, o conhecimento tecnológico das amostras coletadas. A análise dos dados e das amostras, que servirá para auxiliar no desenvolvimento de projeto de pavimentação.

2.3 METODOLOGIA DE DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO FLEXÍVEL

2.3.1 Método do DNIT

O método utilizado para o dimensionamento do pavimento flexível, foi o do Engº Murillo Lopes De Souza. O método do DNIT segue as seguintes 4 etapas de trabalho:

- I. Definição da Capacidade de Suporte do Subleito;
- II. Classificação dos Materiais;
- III. Determinação do tráfego;
- IV. Dimensionamento das Camadas do Pavimento da Rodovia.

DEFINIÇÃO DA CAPACIDADE DE SUPORTE DO SUBLEITO

A capacidade de suporte do subleito e dos materiais constituintes dos pavimentos é feita pelo CBR, que consiste da relação entre a pressão necessária para produzir uma penetração de um pistão em corpos-de-prova de amostra de solo indeformada ou moldado em laboratório, e a pressão necessária para produzir a mesma penetração numa brita padronizada.

Os materiais do subleito devem apresentar uma expansão, medida no ensaio CBR, menor ou igual a 2% e um $CBR \geq 2\%$. Se o CBR do subleito for $< 2\%$, ele deve ser substituído por um material melhor, ($2\% \leq CBR \leq 20\%$), até pelo menos 1,00 metro.

CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS

A classificação dos materiais empregados nas camadas do pavimento deve ter:

- Características necessárias para utilização dos materiais do reforço do subleito, os que apresentem CBR maior que o do subleito e expansão $\leq 1\%$ (medida com sobrecarga de 10lb).
- Características necessárias para utilização dos materiais da sub-base, os que apresentem $CBR \geq 20\%$, $IG = 0$ (Índice de Grupo) e expansão $\leq 1\%$ (medida com sobrecarga de 10lb).
- Características necessárias para utilização dos materiais da base, os que apresentem $CBR \geq 60\%$, expansão $\leq 0,5\%$, limite de liquidez $\leq 25\%$ e índice de plasticidade $\leq 6\%$ (medida com sobrecarga de 10lb), quando no período de projeto o $N \leq 5 \times 10^6$ e base granular na faixa E e F.

LARRY UCHOA ARQUITETURA E URBANISMO LTDA

Rua 03, 56. Conj. Maria do Carmo III Rosa Elze. São Cristóvão/SE. Contato: (79) 9 9640-4928.

CNPJ: 45.273.082/0001-86 / E-mail: larryuchoa.urb@gmail.com

- Características necessárias para utilização dos materiais da base, os que apresentem $\text{CBR} \geq 80\%$, expansão $\leq 0,5\%$, limite de liquidez $\leq 25\%$ e índice de plasticidade $\leq 6\%$ (medida com sobrecarga de 10lb).

Os materiais que serão utilizados como base devem, ainda, apresentar uma das seguintes granulometrias apresentadas na Tabela 1, abaixo:

Tabela 1: Granulometria para base granular

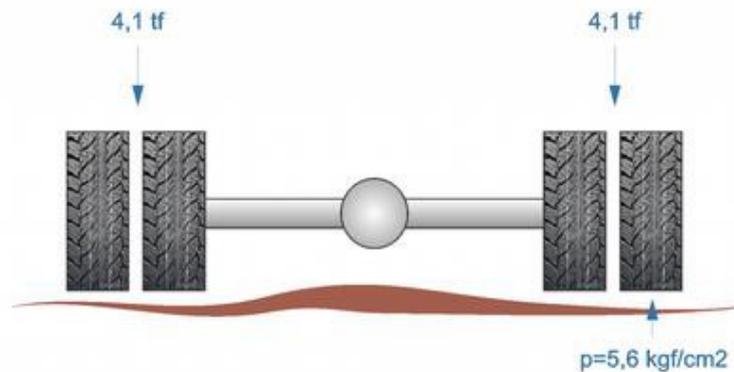
Tipos	Para $N \geq 5 \times 10^6$			Para $N < 5 \times 10^6$			Tolerâncias da faixa de projeto
	A	B	C	D	E	F	
Peneiras							
% em peso passando							
2"	100	100	-	-	-	-	± 7
1"	-	75-90	100	100	100	100	± 7
3/8"	30-65	40-75	50-85	60-100	-	-	± 7
Nº 4	25-55	30-60	35-65	50-85	55-100	10-100	± 5
Nº 10	15-40	20-45	25-50	40-70	40-100	55-100	± 5
Nº 40	8-20	15-30	15-30	25-45	20-50	30-70	± 2
Nº 200	2-8	5-15	5-15	10-25	6-20	8-25	± 2

Fonte: Dnit (2006).

DETERMINAÇÃO DO TRÁFEGO

O número equivalente de operações, (N), durante o período de projeto escolhido, definidos através dos eixos simples e em “tandem”, e o eixo simples padrão com carga de 8,2 tf (figura 6), essa determinação serve para o dimensionamento do pavimento em função do número de repetição de carga equivalente ao eixo tomado como padrão.

A Figura 1: Eixo padrão rodoviário – 8,2 tf, simples de rodas duplas.



Fonte: pedreiro.com (2015).

A equação 1.1 permite calcular o número (N) de operações do eixo padrão 8,2 t que solicitará a via durante o período da vida útil de projeto, em função de algumas variáveis.

$$\bullet N = 365 * V_m * P * (FC) * (FE) * (FR) \quad (1.1)$$

Sendo:

N = número equivalente de operações do eixo simples padrão de 8,2 tf;

V_m = volume médio diário de tráfego no ano de abertura no sentido mais solicitado, durante o período de projeto (vida útil);

P = período de projeto, em anos;

FC = fator de carga;

FE = fator de eixo;

FV = FC*FE = fator de veículo;

FR = fator climático regional, o manual do (Dnit) sugere adotar $FR = 1,00$, e CBR correspondente à unidade de equilíbrio.

Assim, para a determinação do valor de N, primeiramente é necessário se calcular as variáveis que o compõe.

Para o cálculo do volume médio de tráfego (V_m). Pode ser calculado prevendo um crescimento linear (admitindo uma progressão aritmética) ou crescimento geométrico (admitindo uma progressão geométrica).

Crescimento Linear:

$$\bullet \quad V_m = \{V_o \cdot [2+(P-1) \times (t/100)]\}/2 \quad (1.2)$$

Em um sentido do tráfego o volume total será:

$$\bullet \quad V_t = 365 \cdot P \cdot V_m \quad (1.3)$$

Crescimento Geométrico:

$$\bullet \quad V_t = 365 \times V_o \times \{[(1+t/100)^P - 1]/2\} \quad (1.4)$$

Sendo:

V_t = Volume total durante a vida útil P;

V_m = Volume médio diário;

V_o = Volume médio diário no ano anterior ao período considerado;

t = Taxa de crescimento anual;

k = Fator que leva em consideração o tráfego gerado.

Para a determinação do (FE) – Fator de Eixo, isto é, um número que, multiplicado pelo número de veículos da frota, dá o número de eixos correspondentes que operam na rodovia, para tal, é necessário conhecer a quantidade de veículos com quantidades específica de eixos, ou seja, a composição do tráfego, conforme mostra a (figura 2).

$$\bullet \quad FE = n / V_t \quad (1.5)$$

Sendo:

n = número total de eixos da frota;

V_t = Volume total de tráfego na amostragem;

$$\bullet \quad FE = (P_2/100) * 2 + (P_3/100)* 3 + \dots + (P_n/100)* n \quad (1.6)$$

Sendo:

P₂ = Porcentagem de veículos com 2 eixos;

P₃ = Porcentagem de veículos com 3 eixos;

P_n = Porcentagem de veículos com n eixos;

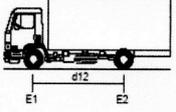
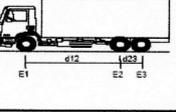
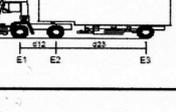
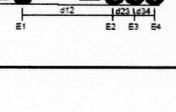
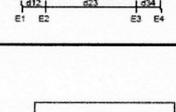
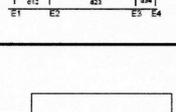
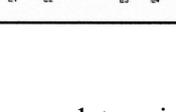
LARRY UCHOA ARQUITETURA E URBANISMO LTDA

Rua 03, 56. Conj. Maria do Carmo III Rosa Elze. São Cristóvão/SE. Contato: (79) 9 9640-4928.

CNPJ: 45.273.082/0001-86 / E-mail: larryuchoa.urb@gmail.com

Para melhor precisão no dimensionamento do pavimento, devem-se fazer contagens volumétricas de tráfego no ano de abertura, assim identificando os tipos de veículos comerciais por tipo de classificação, (figura 2).

A Figura 2: Classificação de veículos por Eixos.

SILHUETA	Nº DE EIXOS	PBT/CMT MÁX.(t)	CARACTERIZAÇÃO	CLASSE
	2	16(16,8)	CAMINHÃO E1 = eixo simples (ES), rodagem simples (RS), carga máxima (CM) = 6t ou capacidade declarada pelo fabricante do pneumático E2 = ES, rodagem dupla (RD), CM = 10t $d12 \leq 3,50m$	2C
	3	23(24,2)	CAMINHÃO TRUCADO E1 = ES, RS, CM = 6t E2E3 = ES, conjunto de eixos em tandem duplo TD, CM = 17t $d12 > 2,40m$ $1,20m < d23 \leq 2,40m$	3C
	3	26(27,3)	CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM = 6t E2 = ED, RD, CM = 10t E3 = ED, RD, CM = 10t $d12, d23 > 2,40m$	2S1
	4	31,5(33,1)	CAMINHÃO SIMPLES E1 = ES, RS, CM 6t E2E3E4 = conjunto de eixos em tandem triplo TT; CM = 25,5t $d12 > 2,40$ $1,20m < d23, d34 \leq 2,40m$	4C
	4	29(30,5)	CAMINHÃO DUPLO DIRECIONAL TRUCADO E1E2 = conjunto de eixos direcionais CED, CM = 12t E3E4 = TD, CM = 17t $1,20m < d34 \leq 2,40m$	4CD
	4	33(34,7)	CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ED, RD, CM 10t E3E4 = TD, CM = 17t $d12, d23 > 2,40m$ $1,20m < d34 \leq 2,40m$	2S2
	4	36(37,8)	CAMINHÃO TRATOR + SEMI REBOQUE E1 = ES, RS, CM 6t E2 = ED, RD, CM 10t E3 = ED, RD, CM 10t E4 = ED, RD, CM 10t $d12, d23, d34 > 2,40m$	2I2

Fonte: DNIT (2015).

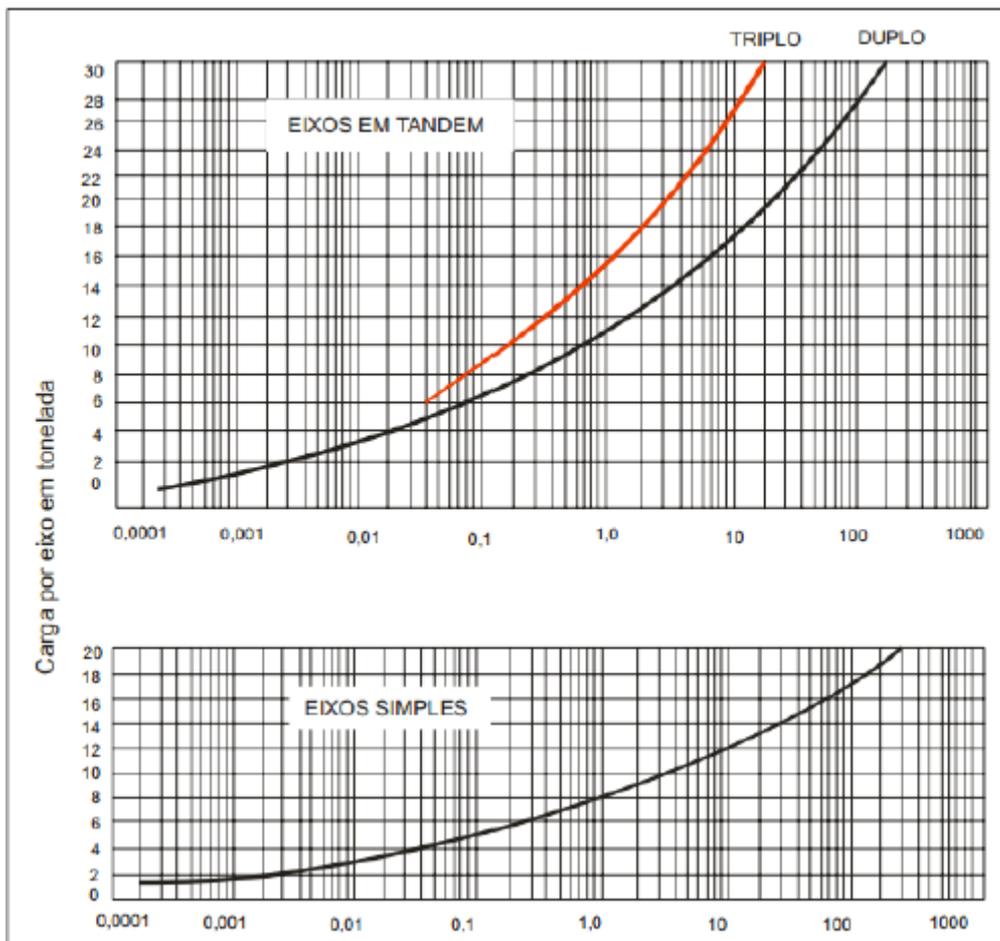
Para a determinação do (FC) – Fator de Carga, isto é, um número que, multiplicado pelo número de eixos que operam, resulta o número de eixos equivalentes ao eixo padrão, para tal, é necessário conhecer a quantidade de veículos com quantidades específica de eixos, ou seja, a composição de tráfego, conforme mostra a (figura 2).

LARRY UCHOA ARQUITETURA E URBANISMO LTDA

Rua 03, 56. Conj. Maria do Carmo III Rosa Elze. São Cristóvão/SE. Contato: (79) 9 9640-4928.

CNPJ: 45.273.082/0001-86 / E-mail: larryuchoa.urb@gmail.com

A Figura 3: Fator de equivalência de operação.



Fonte: DNIT (2006).

Os valores do fator de equivalência, especificamente para eixo simples e eixo tandem, são representados em ábacos, conforme mostra a Figura 3.

DIMENSIONAMENTO DAS CAMADAS DO PAVIMENTO

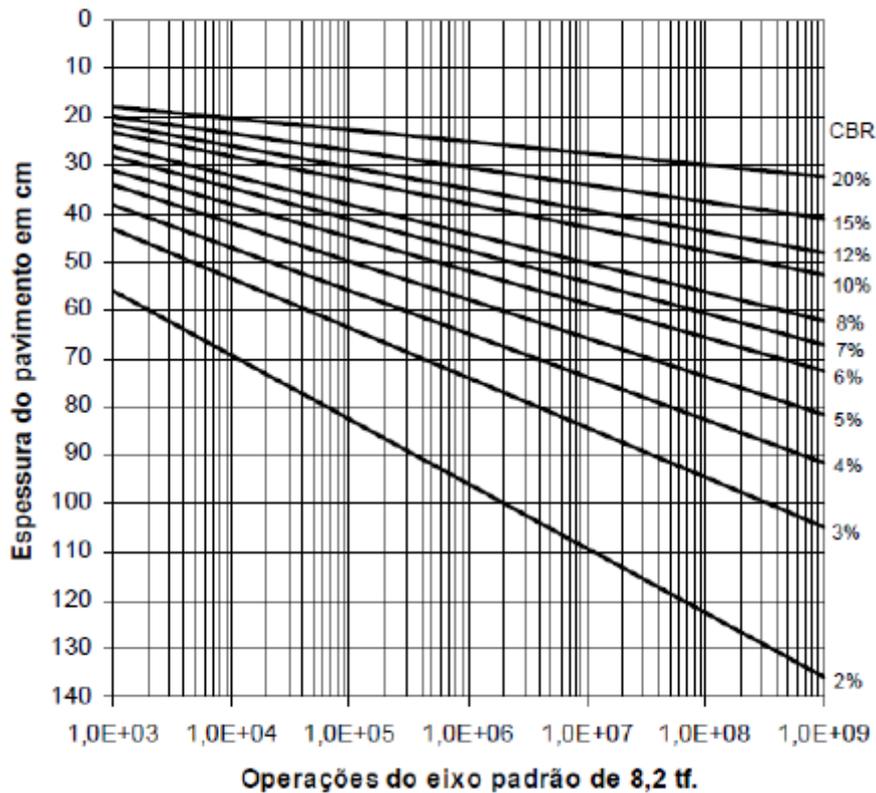
Em função do número de operações do eixo padrão 8,2 (t), que solicitará a via durante o período de projeto (número N) e o ISC ou CBR do subleito (figura 4), determina-se a espessura do pavimento total (Ht) em centímetros em termos de material granular (k=1), ou pelo uso da equação (1.7).

LARRY UCHOA ARQUITETURA E URBANISMO LTDA

Rua 03, 56. Conj. Maria do Carmo III Rosa Elze. São Cristóvão/SE. Contato: (79) 9 9640-4928.

CNPJ: 45.273.082/0001-86 / E-mail: larryuchoa.urb@gmail.com

A Figura 4: Determinação de espessuras de pavimento.



Fonte: DNIT (2006).

$$\bullet H_i = 77,67xN^{0,0482}xCBR^{-0,598} \quad (1.7)$$

A espessura do revestimento (R) é estabelecida em função do tráfego (número N), conforme a Tabela 4.

Tabela 4: Espessura mínima de revestimento betuminoso

N	Espessura Mínima de Revestimento Betuminoso
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5x10^6$	Revestimento betuminosos com 5,0 cm de espessura
$5x10^6 < N \leq 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura
$10^7 < N \leq 5x10^7$	Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura
$N > 5x10^7$	Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura

Fonte: DNIT (2006).

O coeficiente de equivalência estrutural está apresentado na tabela 5 a seguir, este coeficiente indica a capacidade de distribuição de tensões que um determinado material possui em relação ao material padrão (pedra britada).

Tabela 5: Espessura mínima de revestimento betuminoso

Componentes do pavimento	Coefficientes K
Base ou revestimento de concreto betuminoso	2,00
Base ou revestimento pré-misturado a quente, de graduação densa	1,70
Base ou revestimento pré-misturado a frio, de graduação densa	1,40
Base ou revestimento betuminoso por penetração	1,20
Camadas granulares	1,00
Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, superior a 45 kg/cm	1,70
Idem, com resistência à compressão a 7 dias, superior a 45 kg/cm e 28 kg/cm	1,40
Idem, com resistência à compressão a 7 dias, superior a 45 kg/cm e 21 kg/cm	1,20

Fonte: DNIT (2006).

Uma vez determinadas as espessuras das camadas Hm, Hn e H20, pelo gráfico da figura 9 ou pelas equações; determina-se R pela tabela apresentada, as Espessuras de base(B), sub-base (h20) e reforço do subleito (hn), são obtidas pela resolução sucessiva das seguintes inequações:

$$\bullet \quad R \times KR + B \times KB \geq H20 \quad (1.8)$$

$$\bullet \quad R \times KR + B \times KB + h20. KS \geq Hn \quad (1.9)$$

$$\bullet \quad R \times KR + B \times KB + h20. KS + hn. KREF \geq Hm \quad (1.10)$$

Sendo:

R: espessura do revestimento;

KR: coeficiente de equivalência estrutural do revestimento;

B: espessura da base;

LARRY UCHOA ARQUITETURA E URBANISMO LTDA

Rua 03, 56. Conj. Maria do Carmo III Rosa Elze. São Cristóvão/SE. Contato: (79) 9 9640-4928.

CNPJ: 45.273.082/0001-86 / E-mail: larryuchoa.urb@gmail.com

KB: coeficiente de equivalência estrutural para a base;

h20: espessura da sub-base;

KS: coeficiente estrutural da sub-base;

Hn: espessura total de pavimento necessária para proteger o reforço do subleito;

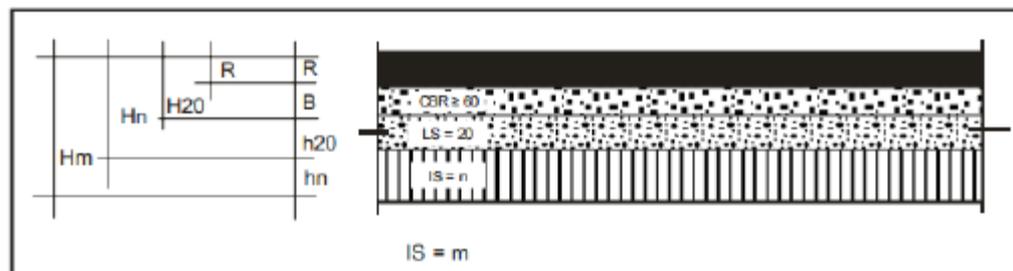
KREF: coeficiente de equivalência estrutural do reforço de subleito;

hn: espessura do reforço do subleito;

Hm: espessura total de pavimento necessária para proteger um material com ISC igual a m%.

A Figura 10 mostra o corte transversal e detalhamento do pavimento flexível e suas camadas.

A Figura 10: Dimensionamento do pavimento.



Fonte: DNIT (2006)

Considerações sobre o subleito

A espessura do pavimento a ser construído sobre o subleito será calculada de acordo com a presente diretriz, em função do Índice de Suporte Califórnia.

Será executado reforço do subleito para alcance do índice mínimo necessário, $\geq 10\%$.

Estrutura do pavimento

Tráfego Leve com “N” típico até 10^5 solicitações por eixo simples padrão.

- a) Espessura total do pavimento

Para CBR (Subleito) $\geq 10\%$, obtemos uma espessura equivalente total de pavimento ≥ 45 cm.

- b) Camada de Rolamento

LARRY UCHOA ARQUITETURA E URBANISMO LTDA

Rua 03, 56. Conj. Maria do Carmo III Rosa Elze. São Cristóvão/SE. Contato: (79) 9 9640-4928.

CNPJ: 45.273.082/0001-86 / E-mail: larryuchoa.urb@gmail.com

Adotado para concreto betuminoso (CBUQ) $e = 5\text{cm}$.

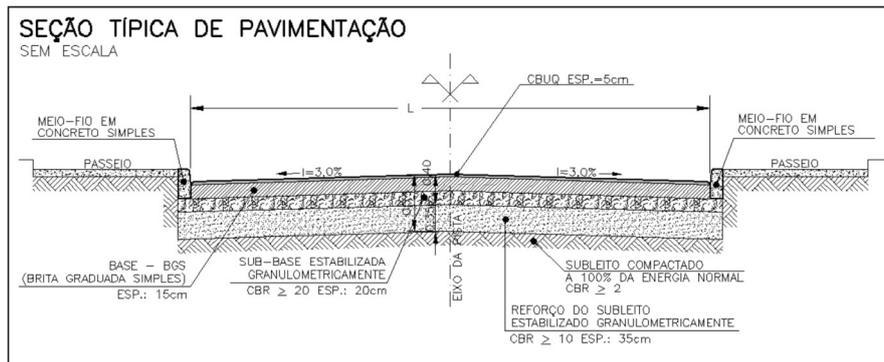
c) Camada de Base em Brita Graduada Simples (BGS)

Valor calculado: $H_B = 15\text{cm}$ (mínimo).

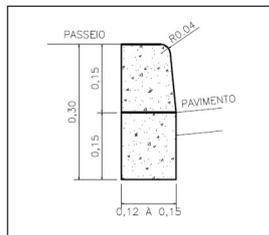
d) Camada de Sub-Base Estabilizada Granulometricamente (CBR $\geq 20\%$)

Valor calculado: $H_B = 20\text{cm}$ (mínimo).

CAMADA	ESPESSURA (cm)	COEFICIENTE ESTRUTURAL (k)	ESPESSURA EQUIVALENTE (cm)
Revestimento (Concreto Betuminoso)	Rolamento= 5,00	1,00	5,00
Base em Brita Graduada Simples (BGS)	15,00	1,00	15,00
Sub-Base Estabilizada Granulometricamente	20,00	1,00	20,00
Reforço do Subleito	35,00	1,00	35,00
Espessura total equivalente			75,00



DETALHE DO MEIO-FIO SIMPLS
ESC. 1:10



3 REDE DE DRENAGEM

3.1 INTRODUÇÃO

As obras de drenagem destinam-se a coletar, transportar e escoar as águas provenientes das precipitações, digo águas de chuvas.

Todos os sistemas de drenagem proporcionam benefícios indiretos importantes quando bem projetados. A área urbana se desenvolve de forma ordenada, a salvo de inundações e de prejuízos ao tráfego de pedestres e veículos. Como maior objetivo deste trabalho, relataremos alguns benefícios indiretos proporcionados por um sistema de drenagem bem elaborado.

- Melhor as condições de saúde da população evitando alagamentos e focos de vetores transmissores de doenças;
- Dar melhores condições de tráfego às vias públicas e segurança para os pedestres da região;
- Proporcionar o desenvolvimento econômico e social com o aumento da qualidade de vida da população e renda per-capta local;
- Menor custo de implantação de parques e áreas de recreação e lazer e de núcleos habitacionais;
- Recuperação de terras inaproveitáveis;
- Rebaixamento do lençol freático e saneamento das baixadas.

3.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, GEOGRÁFICAS E TOPOGRÁFICAS

Os estudos topográficos contaram de locação de eixo e bordos, conservando a largura das vias e dados do terreno natural.

Na locação dos piquetes foi executado o nivelamento e contra-nivelamento em etapas independentes a fim de se obter um melhor nível de precisão.

Paralelamente, foram cadastradas soleiras, meios-fios, calhas, etc., para que onde fosse necessário alterar a cota do greide existente não houvesse comprometimento nas instalações hidrossanitárias das casas, evitando o refluxo, ou até mesmo a invasão das águas drenadas superficialmente.

Logo todo dimensionamento e detalhamento do sistema de drenagem foi efetuado em relação ao projeto de terraplenagem, pavimentação, juntamente com o projeto arquitetônico, planta de implantação apresentados.

3.3 ESTUDOS HIDROLÓGICOS DA REGIÃO

Estes estudos consistiram de dados existentes sobre a cidade. Consultou-se para a obtenção de dados pluviográficos o livro “Drenagem Urbana” (Manual de Projeto) da CETESB e o livro “Engenharia de Drenagem Superficial” do autor Paulo Sampaio Wilken, “Chuvvas Intensas no Brasil”.

3.4 DEFINIÇÕES PRELIMINARES

– MÉTODO RACIONAL

Para drenagem urbana o método da fórmula racional tem sido o mais amplamente empregado, adotando-se uma precipitação correspondente à frequência selecionada.

Acrescente-se que, quando aplicada em projetos de drenagem urbana, o valor da redução dos picos de vazão decorrentes do armazenamento nas sarjetas e nos condutos é desconhecido e os picos relativos às diversas sub-bacias da área são admitidos como simultâneos.

A fórmula do método racional se baseia na seguinte suposição: Se a chuva caísse sobre uma superfície impermeável a uma razão constante, o valor da vazão efluente dessa superfície poderia igualar o valor da precipitação.

O tempo necessário para que a chuva que cai no ponto mais distante da seção atinja a mesma é o tempo de concentração (TC), e para áreas pequenas e impermeáveis pode-se admitir que, se a chuva persistir com intensidade uniforme por um período pelo menos tão longo quando o (TC), o valor máximo do escoamento será igual à precipitação.

$Q = C.I.A$ onde:

Q = vazão máxima em m^3/s .

C = coeficiente de escoamento superficial

A = área da bacia de drenagem

I = intensidade de chuva em l/s

Este método se aplica para áreas com no máximo 50 ha.

– COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL

O coeficiente de escoamento superficial “C” é a razão entre o volume escoado e o volume precipitado ($C = V_e/V_p$).

É uma função da dispersão (desigualdade de distribuição), do retardamento e, sobretudo, da impermeabilidade, que depende da natureza das superfícies de escoamento (telhados, terrenos naturais, terreno pavimentado, etc.).

Diversos autores consagrados têm fixado valores práticos para o “C”, levando-se em conta a taxa de ocupação da área, cujo escoamento está sendo projetado, e a tendência de se tornar cada vez mais densa a sua ocupação, optamos pelo valor de 0,70, valor este adotado para zonas urbanas e suburbanas.

– TEMPO DE RECORRÊNCIA

A escolha e justificativa de um determinado período de retorno para uma obra deve-se a uma análise de economia e segurança. Quanto maior for o período de retorno, maiores serão os valores das vazões de pico encontradas e, conseqüentemente, mais segura e cara será a sua execução.

Por se tratar de uma região residencial, em que eventuais inundações de sarjetas e cruzamentos não custarão transtornos em grande escala, pois serão de pouca duração, decidimos adotar para a MICRODRENAGEM uma TR=10 anos.

Como o escoamento da microdrenagem será feito para regiões de manguezais vizinhos à área em estudo, não precisamos calcular a Macrodrenagem.

– TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

É o tempo gasto pela água para percorrer os telhados, a linha de água até a primeira boca de lobo do sistema.

O tempo de concentração é a soma do tempo de do tempo de entrada ($T_c = T_e + T_{ps}$) onde:

T_e = Tempo decorrido do início das chuvas até a formação do escoamento superficial.

T_e projeto = 10 min.

T_{ps} = É o tempo de percurso na sarjeta

$T_{ps} = 0,001764 \times L_o \times I^{-1/2}$

L_o = comprimento do trecho em metros

I = declividade longitudinal da rua

– VAZÕES DE PROJETO

A determinação da vazão constitui um dos principais parâmetros de um projeto de drenagem. Como não há registros de vazões na região e como sua área é menor que 50 ha, as vazões de projeto foram sintetizadas a partir de dados de precipitações com uso do método racional, onde:

$$Q = C \times i \times A$$

Usaremos esta fórmula nas planilhas para dimensionamento das galerias. No cálculo da necessidade de galeria a fórmula a ser utilizada e que nos dá resultados aproximados é:

$$Q = 0,2 \times (Ad)^{0,95} \text{ m}^3/\text{s}$$

onde, Ad = área de drenagem em ha

– SARJETAS

A capacidade de vazão das sarjetas depende de sua forma, declividade e rugosidade. A vazão nas sarjetas foi calculada pela fórmula de Mannig, adotando-se sarjetas de concreto e pavimento em paralelepípedo, sendo, portanto, n=0,013. A vazão nas sarjetas é dado pela seguinte fórmula:

$$2Q_0 = 0,75 \times Y_0^{8/3} \times Z \times I^{1/2} / n$$

Q₀ = Vazão na sarjeta

Y₀ = Altura da sarjeta (em geral 15 cm, descontando-se 2 cm para que não haja inundação da calçada temos um Y₀ de projeto de 13 cm)

Z = Declividade transversal da rua (adotamos Z=12)

I = Declividade longitudinal

n = Coeficiente de Manning

– BOCAS DE LOBO

As bocas de lobo interceptam o escoamento das sarjetas e o dirigem para os condutos subterrâneos. Procuramos localizá-las no projeto em ambos os lados da rua, nos pontos baixos, com um espaçamento de acordo com as necessidades locais.

Para canalização de esgotamento o material utilizado é de tubos circulares de concreto simples, pela viabilidade de custos e disponibilidade de um grande número de fornecedores existentes na região.

Nº de bocas de lobo a esgotar	Dn	I (m/m)
1	400 mm	0,02
2	400 mm	0,02
3 a 4	600 mm	0,02

LOCALIZAÇÃO DA PRIMEIRA BOCA DE LOBO

Adotamos como princípio que as águas pluviais tenham um trajeto superficial o mais extenso possível. A primeira boca de lobo do sistema será instalada no ponto em que o escoamento pluvial atingir o limite da capacidade da vazão da sarjeta, para o valor da altura de água Y_o máxima na sarjeta, ou seja, de 13 cm, com a finalidade de se evitar o transbordamento.

$$Q_{\text{área}} = 2 \times Q_o$$

$Q_{\text{área}}$ = vazão que escoar na área devido a uma chuva intensa

$$Q_{\text{área}} = 0,2 \times (Ad)^{0,95} \text{ m}^3/\text{s} \quad (\text{Ad em ha})$$

Igualando-se as equações, temos a área de drenagem máxima até a primeira boca de lobo do sistema.

$$AD_{\text{max}} = 4,02 \cdot n^{-1,053} \cdot Z^{-1,754} \cdot (Y_o \cdot Z)^{2,81} \cdot I^{0,53}$$

Limitando-se a velocidade máxima da água nas sarjetas a 4,5 m/s, temos que a declividade máxima permitida.

$$I_{\text{max}} = 251,95 \times n^2$$

– ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO

A bacia contribuinte de uma drenagem é a área receptora da precipitação que alimenta parte ou todo escoamento. Os limites de uma bacia contribuinte são definidos pelos divisores de água ou espigões que a separam das bacias adjacentes. A área de contribuição foi determinada pelo processo da diagonalização.

3.5 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DAS GALERIAS

– PARÂMETROS ADOTADOS

Para o cálculo da necessidade de galeria adotamos:

Sarjeta de concreto e pavimento em paralelepípedo ($n=0,013$)

$$V_{\max} = 4,5 \text{ m/s}$$

$$I_{\max} = 251,95 \times n^2 = 251,95 \times 0,013^2 = 4,26\%$$

$$Z = 12^\circ \quad Z = \tan \emptyset$$

$$Y_o = 13 \text{ cm}$$

$$W_o = Y_o \times Z = 0,13 \times 12 = 1,56\text{m}$$

$$c = 0,60 \quad T_e = 10 \text{ min}$$

– CÁLCULO DA ÁREA DE DRENAGEM MÁXIMA (se $I_{\text{rua}} < I_{\max}$)

$$AD_{\max} = 4,02 \times 0,013^{-1,053} \times 12^{-1,754} \times (0,13 \times 12)^{2,81} \times I^{0,53}$$

$$AD_{\max} = 17,38 \times I^{0,53}$$

Se $AD > AD_{\max}$ o trecho irá precisar de galeria.

– CÁLCULO DA VAZÃO NO TRECHO

$$Q = 0,2 \times (AD)^{0,95} \text{ m}^3/\text{s}$$

– DIÂMETRO DOS TUBOS

As galerias serão dimensionadas admitindo-se vazão à seção plena, em condições de conduto livre, em regime de escoamento permanente e uniforme.

O diâmetro dos tubos será calculado pela fórmula de Ganguillet – Kutter, utilizando-se das tabelas constantes no Manual de Hidráulica.

Devemos escolher um diâmetro tal que a declividade seja a mais próxima possível do terreno e com uma capacidade maior ou igual ao tubo e que possua uma velocidade menor que $V_{\max} = 4,5 \text{ m/s}$ e $V_{\min} = 0,75 \text{ m/s}$.

Na junção de galerias de diâmetros diferentes, a concordância deve ser feita pela geratriz superior dos tubos.

LARRY UCHOA ARQUITETURA E URBANISMO LTDA

Rua 03, 56. Conj. Maria do Carmo III Rosa Elze. São Cristóvão/SE. Contato: (79) 9 9640-4928.

CNPJ: 45.273.082/0001-86 / E-mail: larryuchoa.urb@gmail.com

O tempo de escoamento no trecho será: $T = \frac{\text{comp. do trecho}}{\text{Vel.} \times 60}$ (Seg)

O desnível da galeria será de: comprimento x I_{galeria} .

– DECLIVIDADE MÍNIMA PARA TUBOS DE CONCRETO

DIÂMETRO (mm)	I mínimo (m/m)
300	0,003
350	0,0023
400	0,0019
500	0,0014
600	0,0011
700	0,0009
800	0,0007
900	0,0006
1000	0,0005
1200	0,0004

– COTAS DA GALERIA

C geratriz inferior = C terreno – (recobrimento + D)

Devemos adotar um recobrimento mínimo de acordo com a tabela abaixo:

DIÂMETRO (mm)	RECOBRIMENTO (m)
Menor ou igual a 600	0,60
700	0,70
800	1,00
1000	1,00
1200	1,20
1500	1,50

– CÁLCULO DAS GALERIAS

Para o cálculo das galerias devemos inicialmente calcular o tempo de concentração até o primeiro Poço de Visita (PV) do sistema.

$T_{e,\text{projeto}} = 10 \text{ min}$

T_{ps} = tempo de percurso na sarjeta

$T_{ps} = 0,001764 \times L \times I^{-1/2}$

LARRY UCHOA ARQUITETURA E URBANISMO LTDA

Rua 03, 56. Conj. Maria do Carmo III Rosa Elze. São Cristóvão/SE. Contato: (79) 9 9640-4928.

CNPJ: 45.273.082/0001-86 / E-mail: larryuchoa.urb@gmail.com

3.6 BOCAS DE LOBO

– METODOLOGIA DE CÁLCULO

Adotamos no projeto bocas de lobo simples com depressão, que tem a vantagem de evitar obstruções frequentes por detritos na sua abertura, quando comparadas com outras bocas de lobo.

A eficiência das bocas de lobo é menor que a calculada em razão de diversos fatores com:

- Obstrução causada por detritos;
- Irregularidades no pavimento;
- Hipóteses de cálculo que nem sempre correspondem à realidade.

Por isso devemos aplicar coeficientes de redução sobre os valores calculados. No nosso caso, consideramos um coeficiente de redução sobre o valor teórico igual a 80%.

Por se tratar de vazões relativamente pequenas não consideramos a capacidade de transporte de água pelas sarjetas, considerando toda a vazão contribuindo para o cálculo da boca de lobo.

A capacidade de esgotamento das bocas de lobo foi calculada com base no gráfico da capacidade de esgotamento das bocas de lobo.

4 SINALIZAÇÃO VIÁRIA

4.1 INTRODUÇÃO

A sinalização vertical é um subsistema da sinalização viária cujo meio de comunicação está na posição vertical, normalmente em placa, fixado ao lado ou suspenso sobre a pista, transmitindo mensagens de caráter permanente e, eventualmente, variáveis, através de legendas e/ou símbolos pré-reconhecidos e legalmente instituídos. A sinalização vertical é classificada de acordo com sua função, compreendendo os seguintes tipos:

- a) Regulamentação;
- b) Advertência;
- c) Indicação.

4.2 REGULAMENTAÇÃO

Tem por finalidade informar aos usuários as condições, proibições, obrigações ou restrições no uso das vias. Suas mensagens são imperativas e o desrespeito a elas constitui infração. A forma padrão do sinal de regulamentação é a circular, exceção os sinais R-1 que é octogonal, e R-2 que é um triângulo isóscele. As cores utilizadas são vermelha, preta e branca.

Foram utilizados sinais com as seguintes dimensões:

- Circular – diâmetro de 750 mm;
- Octogonal – lado de 310 mm;
- Triangular – lado de 900 mm.

Na diagramação dos sinais compostos foram utilizadas letras maiúsculas com altura de 75 mm, 100 mm, 125 mm, selecionadas em função da velocidade de aproximação do veículo e a localização da placa. Na confecção das placas devem ser utilizadas películas refletivas, exceto para os elementos na cor preta, que deverão ser foscos.

4.3 ADVERTÊNCIA

Tem por finalidade informar aos usuários as condições potencialmente perigosas, obstáculos ou restrições existentes na via ou adjacentes à ela, indicando a natureza dessas situações à frente. A forma padrão do sinal de advertência é a quadrada, devendo

uma das diagonais ficar na posição vertical. Foram utilizados sinais com as seguintes dimensões:

- Diagonal – lado de 700 mm;

Na diagramação dos sinais compostos foram utilizadas letras maiúsculas com altura de 50 mm, selecionada em função da velocidade de aproximação do veículo e a localização da placa. Na confecção das placas devem ser utilizadas películas refletivas, exceto para os elementos na cor preta, que deverão ser foscos.

4.4 INDICAÇÃO

Tem por finalidade identificar as vias e os locais de interesse, bem como orientar quanto aos percursos, destinos, distâncias e os serviços auxiliares, podendo também ter como função a educação do usuário. Suas mensagens possuem caráter informativo ou educativo. Na diagramação dos sinais de indicação de destino foram utilizadas placas retangulares, com o lado maior na posição horizontal. A altura das letras foi definida em função da velocidade de aproximação do veículo o que resultou em altura de letras maiúsculas de 150 mm e 200 mm.

As cores utilizadas foram:

Fundo: verde ou azul;

Orlas: branca;

Tarjas: branca;

Texto: branca.

Pictogramas

- Fundo: branca

- Símbolo: preta

Na confecção das placas devem ser utilizadas películas refletivas, exceto para os elementos na cor preta, que deverão ser foscos.

4.5 SUPORTES

Os suportes das placas devem ser fixados de modo a suportar as cargas próprias das placas e os esforços em função da ação do vento, garantindo a correta posição do sinal. A escolha do tipo de suporte se deu em função das dimensões e área das placas, sendo: Placas simples de regulamentação/advertência: suporte em poste de madeira com ripa de contraventamento, conforme dimensões e especificações em projeto;

LARRY UCHOA ARQUITETURA E URBANISMO LTDA

Rua 03, 56. Conj. Maria do Carmo III Rosa Elze. São Cristóvão/SE. Contato: (79) 9 9640-4928.

CNPJ: 45.273.082/0001-86 / E-mail: larryuchoa.urb@gmail.com

Placas de Identificação em compostas de regulamentação/advertência/indicativas com área $\leq 3 \text{ m}^2$: suporte de madeira;

Larry Uchôa Guimarães

Arquiteto e Urbanista Especialista em Gestão de Projetos

CAU: A149779-0

São Cristóvão/SE, Abril de 2022.

LARRY UCHOA ARQUITETURA E URBANISMO LTDA

Rua 03, 56. Conj. Maria do Carmo III Rosa Elze. São Cristóvão/SE. Contato: (79) 9 9640-4928.

CNPJ: 45.273.082/0001-86 / E-mail: larryuchoa.urb@gmail.com