


D R. WITTMANN

Projeto de Drenagem Pluvial

Volume I - Único
Memoriais e Projeto Executivo
Dezembro de 2015

Obra: Projeto de Drenagem para Estacionamento
Endereço da Obra: Rua Emanuel Rebelo dos Santos - Barra
Balneário Camboriú - SC



Responsável Técnico:

Eng. Anderson Lapa
CREA/SC 10ª Reg. 069.688-9

Projeto:

CREA/SC 10ª Reg. 080.906-0
e-mail: lapa.engenharia.com.br
Fone: 47 3035-1062 / 47 9982-0149



Engenharia Ltda.

SUMÁRIO

1	DRENAGEM PLUVIAL	3
1.1	ESCAVAÇÃO MECÂNICA DE VALAS.....	3
1.2	ASSENT. DE TUBOS SOBRE LASTRO DE BRITA E PRANCHA DE MADEIRA...	4
1.3	REATERRO E APILOAMENTO EM CAMADAS DE 20 CM.....	4
1.4	DRENO LONGITUDINAL PROFUNDO PARA CORTE EM SOLO.....	5
1.5	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALAS PARA A EXECUÇÃO DE SARJETAS.....	5
1.6	SARJETA TRAPEZOIDAL	5
1.7	CAIXA COLETORA COM GRELHA TRANSVERSAL (MATA-BURRO)	6
1.8	CAIXA COLETORA TIPO BOCA DE LOBO.....	6
2	DIMENSIONAMENTO DA DRENAGEM PLUVIAL	7
2.1	MÉTODO RACIONAL	7
2.2	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO.....	8
2.2.1	FÓRMULA DE KIRPICH MODIFICADA.....	8
2.3	COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL OU DE DEFLÚVIO	9
2.4	PROCESSO DE DIMENSIONAMENTO POR “MANNING” PARA TUBULAÇÕES.....	10
2.4.1	DETERMINAÇÃO DAS VARIÁVEIS DA FÓRMULA.....	10
2.4.2	SEÇÃO TRANSVERSAL DO BUEIRO TUBULAR PRÉ-MOLDADO PADRÃO	10
2.4.3	DETERMINAÇÃO DA ÁREA MOLHADA	10
2.4.4	DETERMINAÇÃO DO RAIOS HIDRÁULICO (R_H)	11
2.4.5	DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE RUGOSIDADE (N).....	11
2.5	PLANILHA DE CÁLCULO DOS DIÂMETROS DOS CONDUTORES.....	12
3	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13
4	QUANTITATIVOS DO PROJETO	14
5	CRONOGRAMA FÍSICO	15

MEMORIAL DE ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

1 DRENAGEM PLUVIAL

Consiste na concepção, dimensionamento e detalhamento de dispositivos (condutores, captadores e receptores) necessários a proteger o corpo estradal e de terraplenagem da ação das águas superficiais, oriundas e perenes das microbacias onde este projeto está inserido, de modo a transpassá-las nos locais de intersecção sem prejuízo de vazão. A seguir especificamos os principais serviços e materiais componentes deste projeto, conforme normas do DNIT, inclusive Manual de Drenagem Rodoviária e Manual de Implantação Básica, além da norma de especificação de serviço DNIT-ES 023/2006, ES 030/2004.

Os tubos devem atender a resistência da classe PA, especificada no projeto, conforme norma NBR 8890:2007 Versão Corrigida:2008. Esta norma trata de “Tubo de concreto de seção circular para águas pluviais e esgotos sanitários - Requisitos e métodos de ensaios”. Os tubos de concreto contam com esta Norma atualizada, levando em conta toda a tecnologia existente no país e com todo o rigor de qualidade. As classes de resistência estão com nova nomenclatura, onde os tubos de concreto destinados à condução de águas pluviais estão classificados como PS1 e PS2 (tubos simples) e PA1 a PA4 (tubos armados). Agora, a mesma Norma especifica e determina as metodologias para a execução dos ensaios de caracterização dos tubos de concreto.

Este projeto foi concebido após estudos da microbacia que determinou as formas e dimensão dos condutos a serem empregados (ver Memorial de Dimensionamento de Drenagem Pluvial). Ao longo do projeto rua foram dimensionadas caixas coletoras, de ligação e de inspeção (poço de visita), instalados em pontos estratégicos de modo a receber e direcionar as águas perenes e superficiais até seu ponto final de despejo (ver projeto de drenagem pluvial). Na concepção do projeto foram empregados tubos de concreto simples e de concreto armado, de forma geométrica circular, cujo diâmetro varia de acordo com as necessidades de cada subtrecho (ver projeto de drenagem).

1.1 ESCAVAÇÃO MECÂNICA DE VALAS P/ ASSENTAMENTO DE GALERIAS TUBULARES

Objetivo: Assentar as redes de condutos pluviais em seus devidos locais, de conformidade com os projetos elaborados e normas previstas na NBR 12266, DNIT ES 023/2004 e DNIT ES 018/2004.

- Proceder a demarcação topográfica, tendo como referência o projeto, determinando larguras, declividades e profundidades de escavação, (ver projeto de escavações de valas de fundações – seção tipo).
- Utilizar escavadeiras mecânicas do tipo retroescavadeiras ou Drag-line para as operações de escavação e carga, depositando os materiais removidos diretamente sobre caminhões basculantes, destinados ao bota-fora.
- As escavações deverão ser executadas de acordo com as cotas e alinhamentos de projeto e com a largura superando o diâmetro da canalização, no mínimo, em 60 cm.
- Todo material não reaproveitado nas operações de reaterros será destinado aos bota-foras (aterros pré-localizados) conforme orientações do projeto.
- O fundo da cava deverá ser compactado mecanicamente até atingir a resistência prevista no projeto (95% do próctor Normal).
- Após as operações de execução, será nivelado o fundo das valas nas cotas e declividade do projeto de modo a receber os materiais de fundação (ver projeto fundação laje e berços).

- Não será permitido valores de cotas individuais para as distâncias lineares de 10 metros superiores a 3mm de tolerância na vertical, na formação do fundo da cava.
- Para apropriar os serviços executados será elaborado um levantamento topográfico dos volumes escavados tendo como referência o projeto executivo, apresentando planilhas de cálculos dos volumes em metros cúbicos, considerando escavação, carga e transporte dos materiais.
- Não será permitido a execução da fase seguinte, sem a devida liberação do fundo da cava pela equipe de topografia.

1.2 ASSENT. DE TUBOS SOBRE LASTRO DE BRITA E PRANCHA DE MADEIRA

Objetivo: Consiste nas operações de execução dos condutos destinados a compor a rede de galeria pluvial a que se destina o projeto (ver norma DNIT-ES 023/2004).

- Os tubos deverão satisfazer às especificações da NBR 9784/87.
- Após concluída a fase de escavação e regularização do fundo da vala, será aplicado um lastro de brita nas especificações e dimensões do projeto, obedecendo as declividades indicadas, para cada segmento, de modo a instalar as pranchas de madeira que irão receber os tubos de concreto.
- Os tubos deverão ser alinhados pelo eixo de sua geratriz superior, em sentido retilíneo ou em curva, conforme definição do projeto geométrico, assentados sobre as pranchas devidamente escoradas de modo que não sofra desalinhamento antes das operações de reaterro.
- Os tubos terão suas bolsas assentadas no lado montante para captar os deflúvios no sentido descendente das águas.
- Após o assentamento devem ser rejuntados com argamassa de cimento e areia na proporção de 1/3 nas dimensões mínimas de 0,03 m de espessura por 0,10 m de largura; ou com manta geotêxtil não tecido OP-30 com largura de 30 cm, envolvendo todo diâmetro externo do tubo com transpasse de 15 cm.
- Caso o rejunte seja feito com argamassa deverá se tomar cuidado para remover todo o material restante na parte interior da tubulação.
- As pranchas devem ter as dimensões de 0,30 m de largura por 0,04 m de espessura e comprimento máximo de 4,00 m, constituída de madeira de lei de boa qualidade, retilíneas e sem falha.
- Os equipamento mais utilizados durante a execução são: Drag-line ou retroescavadeira ou outros similares, sendo necessário o auxílio de 2 (dois) operários.
- As medições são apropriadas em metros lineares medidos na obra após execução tendo como referência das dimensões projetadas.

1.3 REATERRO E APOLOAMENTO EM CAMADAS DE 20 cm.

Objetivo: Restaurar as áreas escavadas das valas de fundações utilizando o próprio material, de modo a economizar recursos, já que os materiais escavados possuem qualidades satisfatórias, quando condenado pela fiscalização utilizar material de jazida.

- O reaterro somente será autorizado depois de fixadas as tubulações;
- Utilizar o material escavado, desde que este seja de boa qualidade, que deve estar depositado em local seco e de fácil acesso do maciço terraplenado.
- As camadas de reaterro não deverão ultrapassar 20 cm de espessura sendo o recomenda para uma melhor compactação 15 cm.
- Executar compactação manual ou com o auxílio de equipamentos tipo vibropropulsores de operação manual para compactar até 60 cm acima da geratriz superior da tubulação,

somente após esta cota usar equipamentos mecânicos convencionais, com compactação mínima 100% P.N.

- Solicitar liberação das camadas compactada a fiscalização.
- Transportar para o bota-fora os materiais excedentes, a critério da fiscalização.

1.4 DRENO LONGITUDINAL PROFUNDO PARA CORTE EM SOLO

Objetivo: Interceptar e drenar as águas profundas oriundas do subleito dentro do maciço escavado de modo a proteger as camadas superiores do corpo terraplenado (rebaixar o lençol freático nas encostas dos taludes), conforme normas e especificações do DNIT ES 292/97).

- Executar as valas conforme já especificado.
- Depois de concluída as etapas de execução das valas, implantar os condutores e materiais drenantes dê conformidade com as especificações contidas no projeto de drenagem.
- Utilizar materiais de boa qualidade, limpos e secos.
- Respeitar as declividades projetadas das valas de assentamento.
- Assentar os condutores (tubos) dentro das normas previstas pelo projeto.
- Implantar as camadas drenantes nas cotas exigidas pelo projeto
- Utilizar manta geotêxtil conforme especificação do projeto.
- Executar ligação das camadas drenantes com as camadas do pavimento.

1.5 ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALAS PARA A EXECUÇÃO DE SARJETAS.

Objetivo: Escavar manualmente em conformidade com o projeto nos locais indicados nas dimensões e posições especificadas de modo a permitir a execução dos condutores tipo sarjetas (ver projeto de drenagem superficial).

- Proceder escavações manuais utilizando equipamentos do tipo picaretas, pás e enxadas ao longo da via projetada nos locais especificados no projeto de drenagem pluvial, obedecendo a declividade projetada (declividade da sarjeta acompanha a declividade da via) para as sarjetas, até o ponto de despejo final.
- As operações devem ser manuais, por motivo de inacessibilidade decorrente as alturas dos taludes de corte.
- As valas escavadas devem estar proporcionais ao gabarito projetado de modo a receber as estruturas das sarjetas (concretagem).
- Se necessário utilizar perfurações e detonações com explosivos para remover materiais rochosos, utilizando as normas técnicas adequadas ao manuseio destes materiais e equipamentos.

1.6 SARJETA TRAPEZOIDAL

Objetivo: Conduzir as águas pluviais oriundas dos taludes, do corpo terraplenado e das áreas adjacentes até seu destino final (ver projeto de drenagem pluvial).

- Construir ao longo dos trechos indicados no projeto de drenagem sarjetas trapezoidais, conforme modelo projetado, depois de concluída as operações de escavações manuais nas medidas indicadas pelo projeto da sarjeta.
- Modelar “in loco” em concreto simples FCK 15 Mpa dentro das normas específicas citadas pelo projeto geométrico.
- Obedecer às especificações da NBR 6118 quanto a execução, lançamento e cura do concreto.

- Apropriar as extensões executadas em metros, medidos em campo, acompanhado a topografia do terreno, após sua conclusão total.

1.7 CAIXA COLETORA COM GRELHA TRANSVERSAL (MATA-BURRO)

Objetivo: Tem por finalidade coletar as águas a montante do final das ruas de grande inclinação longitudinal, de modo que não prejudiquem e danifiquem a pista de rolamento e o pavimento local, onde será construída no sentido transversal a pista, conforme indicado no projeto de drenagem.

- Sua estrutura será em concreto armado, com grelhas de aço acopladas na superfície.
- A apropriação será por metro linear de estrutura construída.
- As recomendações básicas na execução estão definidas no projeto de detalhamento dos dispositivos de drenagem, e para um perfeito funcionamento devem ser obedecidas as cotas e dimensões de projeto.

1.8 CAIXA COLETORA TIPO BOCA DE LOBO

Objetivo: Coletar as águas superficiais oriundas do corpo terraplenado, conduzindo-as ao seu destino através dos condutos tubulares implantados no fundo da caixa. As águas pluviais precipitadas sobre os taludes deverão ser conduzidas até as caixas através de sarjetas trapezoidais longitudinais. As caixas coletoras de sarjeta projetadas estão distribuídas em pontos estratégicos ao longo do projeto de drenagem pluvial. Ver norma do DNIT ES 026/2004 e ES 030/2004.

- Antes da execução ver projeto específico para caixa coletora de sarjeta.
- As caixas coletoras deverão obedecer às indicações do projeto.
- As escavações deverão ser feitas de modo a permitir a instalação dos dispositivos previstos, adotando-se uma sobre largura conveniente nas cavas de assentamento.
- Concluída a escavação e preparada a superfície do fundo será feita a compactação para fundação da caixa coletora.
- As caixas serão executadas nos locais indicados no projeto de drenagem, mediante locação topográfica.
- As caixas coletoras serão assentes sobre base de concreto fck 15 MPa.
- As paredes serão executadas com alvenaria de tijolo maciço recozido ou bloco de concreto, assentes com argamassa de cimento e areia no traço 1:3, em massa, sendo internamente revestidas com a mesma argamassa, desempenada e alisada a colher.
- Por questões econômicas poderão ser usados blocos de concreto nas dimensões 14 x 19 x 34 cm.
- A parte superior da alvenaria será fechada com uma cinta de concreto simples com fck 15 MPa, sobre a qual será fixado o quadro para assentamento da grelha.
- Para moldar as estruturas projetadas usar formas de madeira conforme NBR-9531 e NBR-9490.
- A caixa coletora de sarjeta pode ser executada conforme a caixa coletora tipo boca-de-lobo, apenas será substituído o chapéu (abertura para entrada das águas da pista conduzidas pelo do meio-fio) pela conexão da sarjeta.
- Apropriar os serviços por unidade construída.

2 DIMENSIONAMENTO DA DRENAGEM PLUVIAL

2.1 MÉTODO RACIONAL

Consiste o Método Racional no cálculo da descarga máxima de uma enchente de projeto por uma expressão muito simples, relacionando o valor desta descarga com a área da bacia e a intensidade da chuva através de uma expressão extremamente simples e facilmente compreensiva.

O coeficiente de deflúvio representa essencialmente a relação entre a vazão e a precipitação que lhe deu origem, o que envolve além do volume da precipitação vertida, a avaliação do efeito da variação da intensidade da chuva e das perdas por retenção e infiltração do solo durante a tempestade de projeto.

Contudo, por sua extraordinária facilidade de cálculo, esta expressão é, dentre todos os métodos de avaliação de descargas de projeto para os sistemas de drenagem, aquele que é utilizado com maior frequência, não só no Brasil, mas em todo o mundo, principalmente nas bacias de pequeno porte ou em áreas urbanas.

No estabelecimento do valor da descarga pelo Método Racional, admite-se que a precipitação sobre a área é constante e uniformemente distribuída sobre a superfície da bacia. Para considerar que todos os pontos da bacia contribuem na formação do deflúvio é estabelecido que a duração de chuva deva ser igual ou maior que o seu tempo de concentração e, como a intensidade da chuva decresce com o aumento da duração, a descarga máxima resulta de uma chuva com duração igual ao tempo de concentração da bacia.

Nesse caso, a descarga máxima Q é dada pelo produto da área da bacia A , pela intensidade da precipitação, com duração igual ao tempo de concentração, tc , multiplicado pelo coeficiente de deflúvio, C .

$$\text{Tem-se, dessa forma: } Q = \frac{C.i.A}{3,6}$$

Onde:

Q = descarga máxima, em m^3/s ;

C = coeficiente de deflúvio, ou coeficiente de escoamento superficial “runoff”;

i = intensidade de precipitação definida, em mm/h , em função de tc ;

A = área da bacia hidrográfica, em Km^2 .

O coeficiente de deflúvio representa a relação entre o deflúvio e a precipitação que lhe deu origem e na realidade engloba também o efeito da variação de intensidade da chuva e das perdas por retenção e infiltração do solo durante a tempestade de projeto.

Para estabelecer a fórmula usada nesse método, admite-se uma chuva de intensidade constante e uniformemente distribuída sobre a superfície da bacia e, com isto, para todas as partes da bacia contribuirão simultaneamente com seus deflúvios no ponto onde se está avaliando a descarga, a duração de chuva deverá ser igual ou maior que o seu tempo de concentração. Como a intensidade da chuva decresce com o aumento da duração, a descarga máxima resulta de uma chuva com duração igual ao tempo de concentração da bacia.

A precipitação pode ser determinada de acordo com o que é apresentado no livro *Chuvas intensas no Brasil - DNOS - Rio de Janeiro, 1980*. Nesta obra, que se constitui em um conjunto bastante significativo para as chuvas em todo o território nacional, são apresentados os parâmetros e as equações que indicam a variação da precipitação para os diversos períodos de recorrência para 98 postos pluviográficos que, em função de terem sido exaustivamente testados, são do domínio público e sua utilização pode ser generalizada.

2.2 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

O tempo de concentração de uma bacia hidrográfica é definido pelo tempo de percurso em que o deflúvio leva para atingir o curso principal desde os pontos mais longínquos até o local onde se deseja definir a descarga. Sendo ainda definido pelo intervalo de tempo entre o início da precipitação e o instante em que todos os pontos da bacia estão contribuindo para a vazão e conseqüentemente é um fator importante na conformação e na descarga máxima da enchente de projeto.

A determinação numérica do tempo de concentração depende primordialmente do comprimento do curso d'água principal e de sua declividade, embora alguns autores também expressem o tempo de concentração em função da área da bacia hidrográfica. Essa área não parece oferecer, no entanto, um efeito direto pronunciado sobre o tempo de concentração, além do fato de que áreas maiores correspondem normalmente a comprimentos maiores do curso d'água principal.

Normalmente considera-se que, nas pequenas bacias hidrográficas menores que 1 km², o deflúvio superficial escoar em grande parte do seu percurso sobre o terreno sem chegar aos canalículos ou pequenos cursos d'água e a velocidade de escoamento é fortemente influenciada pela rugosidade do terreno, por sua cobertura vegetal e pelos detritos sobre o solo.

Conforme a extensão da bacia aumenta, passa a predominar o tempo em que o deflúvio superficial escoar através de leitos definidos nos cursos d'água, onde o tipo de solo e a vegetação têm menor influência do que a forma desses cursos.

A avaliação do tempo de concentração de uma bacia é bastante complexa, devido aos inúmeros condicionantes envolvidos, existindo uma grande variedade de expressões de cálculo, merecendo, por isso, grande atenção na sua determinação, pois influencia significativamente no resultado da descarga de projeto. De uma forma geral, para uma mesma bacia hidrográfica a descarga máxima calculada é Proporcional ao inverso do tempo de concentração para ela considerado.

Existem numerosas fórmulas empíricas para calcular o tempo de concentração em função do comprimento (L) do curso principal, do desnível total (H) até as cabeceiras, e eventualmente da área (A), ou de outros parâmetros escolhidos. A maioria dessas fórmulas é restrita a áreas pequenas.

Recomenda-se dar preferência às fórmulas que conduzem a valores razoáveis tanto para bacias pequenas quanto para as médias e grandes, e que são as de KIRPICH, DNOS, KIRPICH MODIFICADA, GEORGE RIBEIRO, PASINI e VENTURA.

Em análise feita no Manual de Hidrologia Básico do DNIT, as fórmulas mais indicadas as fórmulas do DNOS e a de KIRPICH MODIFICADA para qualquer tamanho de bacia.

A fórmula do DNOS fornece os maiores valores de velocidade desse conjunto, especialmente para bacias médias e grandes. A formula de KIRPICH MODIFICADA fornece valores intermediários para as velocidades, sendo assim mais recomendável. Além disso, ela é mais simples porque não leva em conta a área da bacia nem as condições do solo e da cobertura vegetal. E esta é fórmula adotada neste projeto.

2.2.1 Fórmula de KIRPICH MODIFICADA

Essa fórmula fornece velocidades próximas da média de todas as expressões analisadas. A velocidade média para as bacias pequenas resultou em 4,0 km/h e para as bacias maiores em 4,8 km/h, indicando sua aplicação para uma grande faixa de áreas.

$$\text{Fórmula: } tc = 1,42 \cdot \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

Onde:

t_c = tempo de concentração, em horas;

L = comprimento do curso d'água, em km; e

H = desnível máximo, em m.

2.3 COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL OU DE DEFLÚVIO

Para aplicação em drenagem urbana, reproduzem-se em seguida as Tabelas 1 e 2 que representam os coeficientes de escoamento superficial ou “run-off”.

Tabela 1 - Coeficiente de Escoamento Superficial / Run-Off

DESCRIÇÃO DAS ÁREAS DAS BACIAS TRIBUTÁRIAS	COEFICIENTE DE DEFLÚVIO "C"
Comércio:	
Áreas Centrais	0,70 a 0,95
Áreas da periferia do centro	0,50 a 0,70
Residencial:	
Áreas de uma única família	0,30 a 0,50
Multi-unidades, isoladas	0,40 a 0,60
Multi-unidades, ligadas	0,60 a 0,75
Residencial (suburbana)	0,25 a 0,40
Área de apartamentos	0,50 a 0,70
Industrial:	
Áreas leves	0,50 a 0,80
Áreas densas	0,60 a 0,90
Parques, cemitérios	0,10 a 0,25
Playgrounds	0,20 a 0,35
Pátio e espaço de serviços de estrada de ferro	0,20 a 0,40
Terrenos baldios	0,10 a 0,30

No caso deste projeto é conveniente obter o coeficiente de deflúvio da bacia em estudo pela média ponderada dos coeficientes das diferentes superfícies que a compõem, sendo os pesos proporcionais às áreas dessas superfícies. A Tabela 2 que se segue fornece os coeficientes de deflúvio para algumas superfícies típicas.

Tabela 1 - Coeficiente de Escoamento Superficial / Run-Off

TIPO DE SUPERFÍCIE	COEFICIENTE DE DEFLÚVIO "C"
Ruas:	
Asfalto	0,70 a 0,95
Concreto	0,80 a 0,95
Tijolos	0,70 a 0,85

Trajeto de acesso a calçadas	0,75 a 0,85
Telhados	0,75 a 0,95
Gramados; solos arenosos:	
Plano, 2%	0,05 a 0,10
Médio, 2 a 7%	0,10 a 0,15
Íngreme, 7%	0,15 a 0,20
Gramados; solo compacto:	
Plano, 2%	0,13 a 0,17
Médio, 2 a 7%	0,18 a 0,22
Íngreme, 7%	0,15 a 0,35
Matas, parques e campos de esporte	
Partes rurais, áreas verdes, superfícies arborizadas, parques ajardinados, campos de esporte sem pavimentação.	0,05 a 0,20

2.4 PROCESSO DE DIMENSIONAMENTO POR “MANNING” PARA TUBULAÇÕES

A vazão de um bueiro pode ser determinada através da fórmula de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot A \cdot (R_H)^{2/3} \cdot I^{1/2}, \text{ onde:}$$

Q = vazão do projeto, m³.

n = coeficiente de rugosidade do concreto.

A = área da galeria celular.

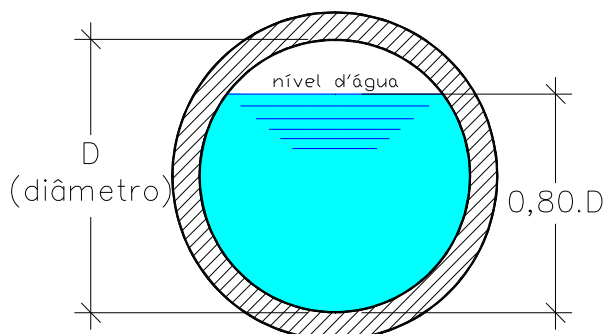
R = raio hidráulico, que é a área molhada dividida pelo perímetro molhado, m

I = declividade da galeria, m/m.

2.4.1 Determinação das variáveis da fórmula

Neste projeto trabalharemos com 80 % ($h=0,8.H$) do diâmetro total do duto, para garantir o seu funcionamento mesmo em casos de pequenos assoreamentos.

2.4.2 Seção Transversal do bueiro tubular pré-moldado padrão



2.4.3 Determinação da Área Molhada

$$\text{Área molhada } (A_m) = 0,675 \cdot D^2$$

2.4.4 Determinação do Raio Hidráulico (R_H)

É igual a área molhada dividida pelo perímetro molhado, $R_H = 0,304 \cdot D$

2.4.5 Determinação do coeficiente de rugosidade (n)

Consideremos um tubo de concreto pré-moldado, com respectivo coeficiente de rugosidade 0,013, segundo Manual de Drenagem de Rodovias /2006 - DNIT.

2.5 PLANILHA DE CÁLCULO DOS DIÂMETROS DOS CONDUTORES

MEMORIAL DE DIMENSIONAMENTO DE DRENAGEM PLUVIAL																	
DADOS: Período de Retorno: TR = 10 anos Coeficiente de "Runoff" (C) conforme a micro-bacia analisada Coeficiente de rugosidade da Tubulação: n = 0,013 (concreto) Área da micro-bacia de contribuição (m²): A = conforme a micro-bacia analisada Comprimento de chegada da água a tubulação (m): L = conf. micro-bacia analisada Declividade da Tubulação (%): i = conforme trecho da rua analisado FÓRMULAS: Tempo de Concentração: $tc = 1,42 \cdot \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$ Onde: tc = tempo de concentração, em horas L = comprimento da Bacia, Km H = desnível máximo, m/m Capacidade de Projeto (Equação de Manning) $Q = 1/n \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$ Onde: Q = vazão do projeto, m³ n = coeficiente de rugosidade do PVC (adimensional) A = área da tubulação (80% do diâmetro de seção d'água) = (0,675.D²), m² R = raio hidráulico [Área molhada/Perímetro molhado] = (0,304.D), m I = declividade da tubulação (m/m) As tubulações adotadas com o diâmetro comercial descrito na coluna são superiores aos diâmetros calculados em decorrência de vários fatores descritos a seguir: 1 - Casos de arredondamento das casas decimais, que deve ser sempre superior; 2 - Padronização dos diâmetros vendidos no comércio. Faz com que se adote todos maiores do que o necessário; 3 - Falta de limpeza na rede de drenagem pluvial; 4 - Nunca diminuir o diâmetro a jusante; 5 - Redes longitudinais coletoras diâmetro mínimo de Ø60 cm. OBSERVAÇÃO: O DIÂMETRO ADOPTADO SE ENCONTRA NO TRECHO A JUSANTE DE CADA CAIXA COLOCADA NA LINHA DA PLANILHA.																	
TABELADOS: Intensidade de precipitação (mm/min): i = valor tabelado determinado conforme cálculo do tempo de concentração (tc) e em função do Período de Retorno segundo TABELA DE ALTURA PLUVIOMÉTRICA – INTENSIDADE – DURAÇÃO – FREQUÊNCIA, Fonte: "Chuvvas Intensas no Brasil" - DNOS.	Vazão de Projeto (Método Racional): $Q = C \cdot i \cdot A$ Onde: Q = vazão de projeto, m³/s C = coeficiente de escoamento superficial de "Runoff" i = intensidade de precipitação em mm/s. A = área da microbacia, m² Chuva de Projeto Fonte: "Chuvvas Intensas no Brasil" - DNOS. Considerou um período de retorno de 25 anos. Fez-se a interpolação dos valores na tabela de precipitação pluviométrica para cada tempo de concentração.																
	MICRO BACIA	TRECHO PROJ.	CAIXA	L (m)	H (m)	tc (min.)	Área (m²) Micro-Bacia	I (%) Decl. Tubo	C	n	T (anos)	i (mm/min.)	Q (m³/s)	Q acum. (m³/s)	D calc. (m)	D adot. (cm)	h (cm) - altura da lâmina d'água máx.
	01	MORRO MONTANTE OESTE	CX.01	196,00	44,200	3,017	4.319,44	15,000	0,100	0,013	10	2,511	0,018	0,018	0,097	S.50	XX
	02	MORRO MONTANTE LESTE	CX.15	52,26	19,050	0,906	967,10	16,800	0,100	0,013	10	2,662	0,004	0,004	0,055	S.50	XX
	03	ÁREA OESTE (TERRAPL.)	CX.13	88,06	17,800	1,699	2.667,85	1,000	0,600	0,013	10	2,605	0,070	0,088	0,291	30	24,00
	04	ÁREA LESTE DO HOTEL	CX.20	80,40	21,750	1,416	2.576,39	1,000	0,600	0,013	10	2,626	0,068	0,072	0,271	30	24,00
	05	VOLUME GERAL FINAL	CX.14	XX	XX	XX	XX	3,000	XX	0,013	XX	XX	XX	0,160	0,297	30	24,00
DIMENSIONADO PARA PIOR SITUAÇÃO. PORTANTO ADOPTADO TUBULAÇÕES Ø30cm EM TODO O TRECHO PROJETADO.OBS.: S.50 = SARJETA TRAPEZOIDAL BOCA DE 50cm.																	

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Chuvas intensas no Brasil - DNOS - Rio de Janeiro, 1980.

DNIT ES 018/2006 - Drenagem - Sarjetas e valetas - Especificação de serviço. Rio de Janeiro: IPR, 2006.

DNIT ES 023/2006 - Drenagem - Bueiros tubulares de concreto - Especificação de serviço. Rio de Janeiro: IPR, 2006.

DNIT ES 026/2004 - Drenagem - Caixas coletoras - Especificação de serviço. Rio de Janeiro: IPR, 2004.

DNIT ES 030/2004 - Drenagem - Dispositivos de drenagem pluvial urbana - Especificação de serviço. Rio de Janeiro: IPR, 2004.

DNIT ES 292/97: Drenos Subterrâneos - Especificação de serviço. Rio de Janeiro: IPR, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 2426: Madeira compensada - Classificação pela aparência superficial. Rio de Janeiro, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2007

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7190: Projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR 7480: Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado - Especificação. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8890 Versão Corrigida: Tubo de concreto de seção circular para águas pluviais e esgotos sanitários - Requisitos e métodos de ensaios. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12266: Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água esgoto ou drenagem urbana - Procedimento. Rio de Janeiro, 1992.

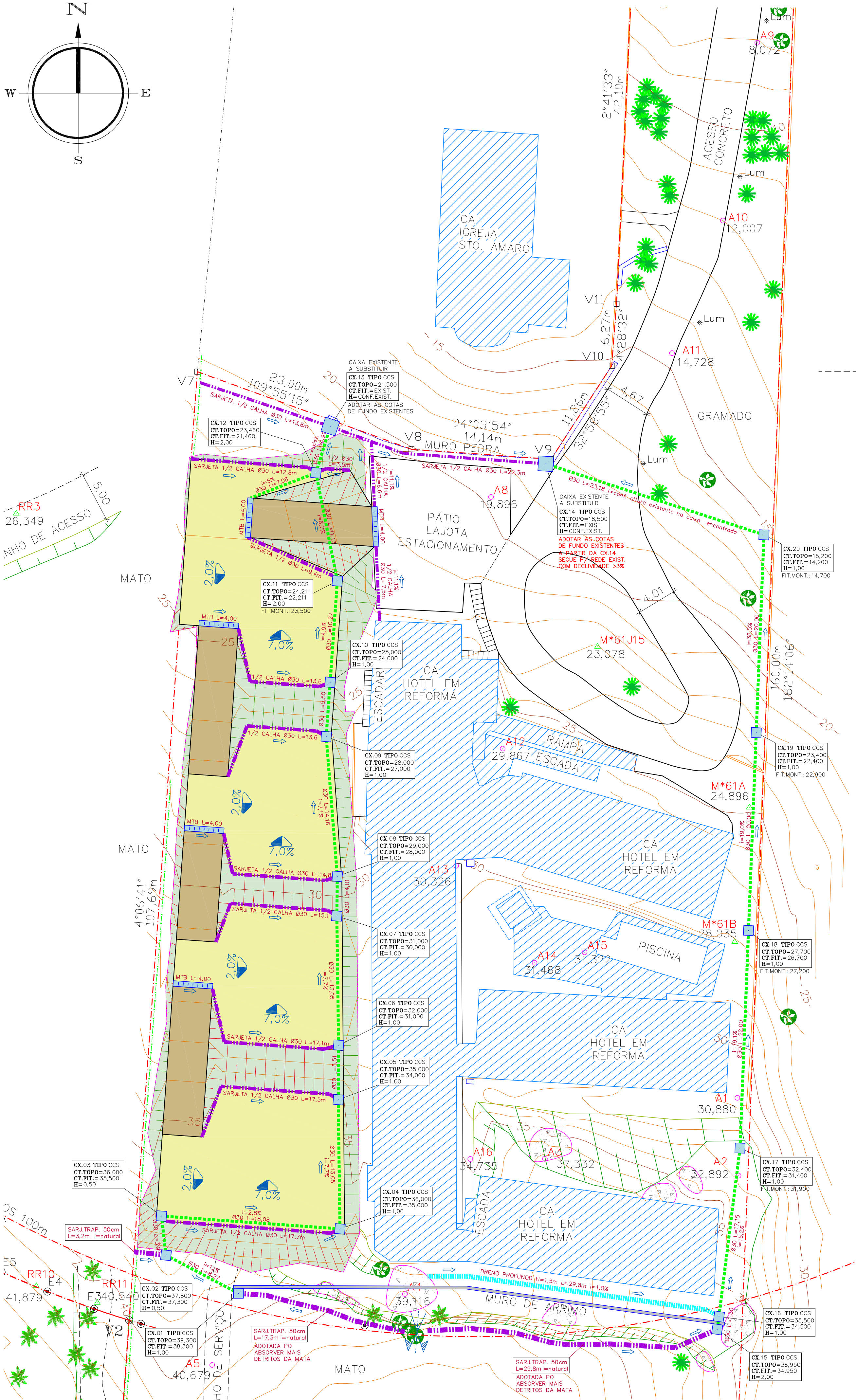
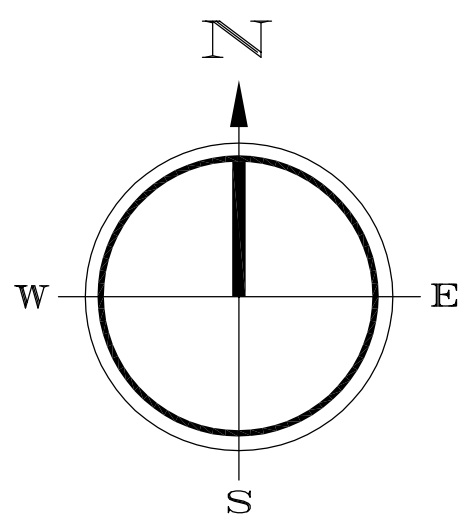
DNIT. Manual de drenagem de rodovias. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. 2006.

DNIT. Manual de hidrologia básica para estruturas de drenagem. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. 2005.

DNIT. Manual de Implantação Básica. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. 1996.

5 CRONOGRAMA FÍSICO

CRONOGRAMA FÍSICO DE EXECUÇÃO DA DRENAGEM PLUVIAL													
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	CUSTO TOTAL POR ITEM	UND.	1ª SEMANA		2ª SEMANA		3ª SEMANA		4ª SEMANA		XXXX	
				QUANTIDADE	%	QUANTIDADE	%	QUANTIDADE	%	QUANTIDADE	%	QUANTIDADE	%
3.1	ESCAVAÇÃO MECÂNICA DE VALA EM MATERIAL 1ª CAT., INCLUSIVE CARGA	269,83	m³	80,95	30	80,95	30	53,97	20	53,97	20	XXXX	XX
3.2	REATERRO APOILOADO MECÂNICAMENTE COM MATERIAL ESCAVADO	231,47	m³	69,44	30	69,44	30	46,29	20	46,29	20	XXXX	XX
3.3	FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO DE TUBOS SOBRE LASTRO DE BRITA PARA Ø 30 cm - PVC RÍGIDO PARA OBRAS DE DRENAGEM	223,00	m	66,90	30	66,90	30	44,60	20	44,60	20	XXXX	XX
3.4	GRELHA TRANSVERSAL TIPO MATA BURRO, LARGURA DE 30 cm CONFORME PROJETO.	20,00	m	0,00	0	0,00	0	10,00	50	10,00	50	XXXX	XX
3.5	CAIXA COLETORA DE SARJETA CONFORME PROJETO.	20,00	un	6,60	33	6,80	34	6,60	33	0,00	0	XXXX	XX
3.6	SARJETA 1/2 CALHA COM TUBO CONCRETO SIMPLES Ø30 cm.	172,00	m	0,00	0	0,00	0	86,00	50	86,00	50	XXXX	XX
3.7	SARJETA TRAPEZOIDAL DE CONCRETO BOCA DE 50 cm CONFORME PROJETO.	50,30	m	20,12	40	20,12	40	10,06	20	0,00	0	XXXX	XX
3.8	EXECUÇÃO DE DRENO PROFUNDO H=1,50m, CONFORME PROJETO.	29,80	m	0,00	0	14,90	50	14,90	50	0,00	0	XXXX	XX



CONVENÇÕES DO PROJETO DE DRENAGEM

- GALERIA SIMPLES TUBULAR DE CONCRETO Ø30 - PSII OU PV RÍGIDO
- SARJETA TRAPEZOIDAL DE CONCRETO SIMPLES - BOCA 50cm
- DRENO PROFUNDO - L=0,50m - H=1,50m
- CAIXA COLETORA DE SARJETA (CCS)
- GRELHA TRANSVERSAL TIPO MATA-BURRO (MTB)
- ESCOAMENTO LONGITUDINAL DA TUBULAÇÃO
- DECLIVIDADE TRANSVERSAL A ADOTAR NA SUPERFÍCIE
- DIVISOR D'ÁGUAS SUPERFICIAIS

CONVENÇÕES DO PROJETO

- LINHAS DOS PLATOS
- LINHAS DE OFF-SETS +1,0m
- TALUDE DE CORTE (com enlameamento)
- TALUDE DE ATERRIO (com enlameamento)
- MURO DE ARRIMO
- PLATO DE TERRAPLENAGEM
- TALUDES DE TERRAPLENAGEM

NOTAS IMPORTANTES:

- O PROJETO FOI IDEALIZADO PARA SER EXECUTADO COM TUDOS DE PVC PARA OBRAS DE DRENAGEM, VISTO QUE ESTE TIPO DE MATERIAL SE COMPORTA MELHOR PARA GRANDES DECLIVIDADES, E POSSIBILITADA FAZER CURVAS PARA TRANSIÇÃO ENTRE CAIXAS COLETORAS COM GRANDE DESNÍVEL ENTRE SI.
- NOS TRECHOS MAIS PLANOS PODEM SER USADOS TUBOS DE CONCRETO SIMPLES.
- A COTA SUPERIOR ACABADA DAS CAIXAS DEVE ESTAR NIVELADA COM O REVESTIMENTO FINAL DO PAVIMENTO.
- QUANDO NÃO INFORMADA A DECLIVIDADE DA TUBULAÇÃO, ESTA DEVE SER TOMADA COMO 1%.
- PARAS AS CAIXAS COM ALTURAS NÃO INFORMADAS NA TABELA, ESTAS DEVEM SER TOMADAS COMO UM METRO.
- AS COTAS DE TOPO DESTE PROJETO REFEREM-SE SEMPRE AO NÍVEL DA SUPERFÍCIE ACABADA, MESMO QUANDO AS CAIXAS FOREM CEGAS.
- SEGUIR TODOS OS DETALHAMENTOS DOS DISPOSITIVOS DE DRENAGEM INCLUSOS NO PROJETO.
- NESTE PROJETO É MAIS VIÁVEL EXECUTAR AS TUBULAÇÕES DE DRENAGEM APÓS CONCLUÍDA A FASE DE TERRAPLENAGEM, MAS ANTES DA REGULA FINAL.
- NOS TRECHOS ONDE A TUBULAÇÃO PROJETADA DESAGUAR EM REDES EXISTENTES, DEVE-SE, ANTES DE COMEÇAR A EXECUÇÃO DO TRECHO PROJETADO, ESCAVAR O LOCAL DE DESAGUE PARA VERIFICAÇÃO DA POSIÇÃO EXATA DA REDE EXISTENTE.

CREA 10º REG. Nº 080.906-0
e-mail: lapa.engenharia@gmail.com
FONE: (47) 9982-2304 / 9982-0149



Cliente:	DR. WITTMANN	Responsável Técnico:	Anderson Lapa CREA 10º REG. Nº 069.688-9
Título:	03 - DRENAGEM PROJETO DE DRENAGEM PLUVIAL	Escala:	1/250
Sub-Título:	PROJETO GEOMÉTRICO PLANTA GERAL COM DISTRIBUIÇÃO DOS DISPOSITIVOS	Levant.:	AILSON A. LAPA
Localização:	RUA EMANOEL REBELO DOS SANTOS BAIRRO DA BARRA - BALNEÁRIO CAMBORIÚ - SC	Desenho:	ANDERSON LAPA
		Data:	04/12/2015
		Arquivo:	152.28LEVA11.DWG
		Folha Nº	03
		Nº Folhas	A

