



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO – UFERSA  
SUPERINTENDÊNCIA DE INFRAESTRUTURA

PROJETO DE DRENAGEM DO ESTACIONAMENTO DA QUADRA  
POLIESPORTIVA – UFERSA – CAMPUS ANGICOS  
(PROJETO TÉCNICO)

MAIO DE 2021

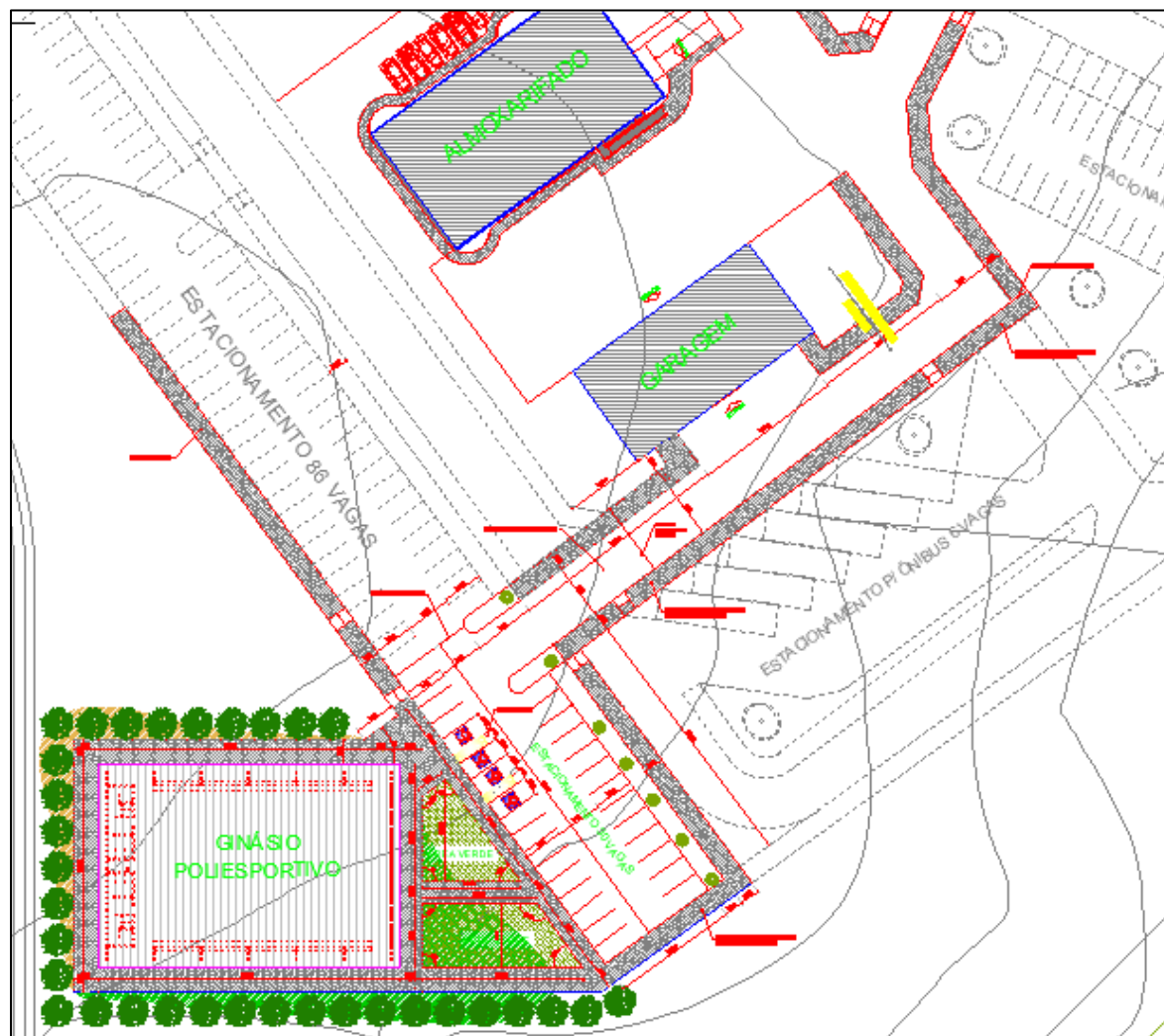
## **1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

O projeto de drenagem de águas pluviais apresentado tem como objetivo apontar a solução para o escoamento das águas pluviais de um novo trecho de ampliação da pavimentação do Campus UFERSA/ Angicos (Figura 01), localizado na Rua Gamaliel Martins Bezerra, 587, bairro Alto da Alegria, no município de Angicos/RN.

O Campus, atualmente, é composto por 02 blocos de salas de aula, 02 blocos de salas de professores, 02 blocos de laboratórios, centro de convivência, biblioteca, administração, restaurante, memorial, quadra poliesportiva, guarita, almoxarifado e garagem.

A área compreendida pelo projeto apresenta boa declividade, com altimetria variando entre as cotas 146,000m e 124,00m. O projeto foi desenvolvido para que haja menos movimentação de terra possível e menor custo de operação.

Figura 1 - Planta de Situação do estacionamento da Quadra Poliesportiva da Ufersa em Angicos/RN.



## **2. CÁLCULOS HIDROLÓGICOS**

### **a. Definição da chuva sintética de projeto**

As obras de macrodrenagem são as responsáveis pelo escoamento final das águas pluviais provenientes do sistema de drenagem urbana, englobando o leito das ruas (guias e sarjetas), bocas de lobo e galerias.

Em bacias de drenagem urbana, mostra que o Método Racional presta-se muito bem ao projeto de redes de galerias de águas pluviais, onde as bacias são divididas em parcelas pequenas de sub-bacias para as quais são determinadas as contribuições pluviais.

Deve-se observar que o tempo de duração da chuva que dá o maior caudal (vazão) é igual ao tempo de concentração da sub-bacia.

Neste projeto foi considerada a equação de chuva da cidade de Mossoró/RN, elaborada pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM (2014), através do Atlas Pluviométrico do Brasil: Equações Intensidade – Duração – Frequência, que é a melhor representação para a cidade de Angicos/RN devido a falta de informações precisas e oficiais sobre as chuvas da cidade.

Com efeito, sabe-se que, para uma bacia determinada e um tempo de recorrência dado, a chuva mais problemática será aquela de duração igual ao tempo de concentração (tc) da bacia.

Calculando-se independentemente este último parâmetro a partir dos condicionantes físicos da bacia, a equação de chuva fornece o valor  $i$  desejado, obtido com tempo igual ao tempo de concentração da bacia.

### **b. Fórmula geral de cálculo da chuva sintética de projeto**

Em geral, em Hidrologia, emprega-se a seguinte equação:

$$i = \frac{k \cdot Tr^m}{(t + t_0)^n}$$

Onde:

i - intensidade de precipitação máxima (mm/h);

t - tempo de duração da chuva (min);

$T_r$  - tempo de recorrência (anos);

k,  $t_o$ , m, n - parâmetros determinados para cada local.

No caso de Mossoró/RN, os parâmetros da equação são os seguintes (CPRM, 2014):

$$i = \frac{2540,4 \cdot T_r^{0,2757}}{(t + 39)^{0,9414}}$$

### c. Chuvas sintéticas de projeto

A Tabela 01 apresenta as intensidades, em mm/h, calculadas para várias durações e diferentes tempos de retorno.

Tabela 1 - Intensidade da chuva em mm/h.

Duração da chuva	Tempo de Retorno, $T$ (anos)									
	2	5	10	15	20	25	30	35	50	100
5 Minutos	87,2	112,3	136,0	152,1	164,6	175,1	184,1	192,1	211,9	256,5
10 Minutos	78,8	101,5	122,9	137,4	148,7	158,2	166,3	173,6	191,5	231,8
15 Minutos	71,9	92,6	112,1	125,4	135,7	144,4	151,8	158,4	174,8	211,6
20 Minutos	66,2	85,2	103,2	115,4	124,9	132,8	139,7	145,7	160,8	194,6
30 Minutos	57,1	73,5	89,0	99,6	107,8	114,6	120,5	125,8	138,7	168,0
45 Minutos	47,5	61,1	74,0	82,7	89,6	95,2	100,1	104,5	115,3	139,6
1 Hora	40,7	52,4	63,4	70,9	76,7	81,6	85,8	89,5	98,8	119,6
2 Horas	26,0	33,5	40,6	45,4	49,1	52,2	54,9	57,3	63,2	76,5
3 Horas	19,3	24,8	30,0	33,6	36,3	38,6	40,6	42,4	46,8	56,6
4 Horas	15,3	19,7	23,9	26,7	28,9	30,8	32,3	33,8	37,2	45,1
5 Horas	12,8	16,4	19,9	22,2	24,1	25,6	26,9	28,1	31,0	37,5
6 Horas	10,9	14,1	17,1	19,1	20,7	22,0	23,1	24,1	26,6	32,2
7 Horas	9,6	12,4	15,0	16,7	18,1	19,3	20,2	21,1	23,3	28,2
8 Horas	8,5	11,0	13,3	14,9	16,1	17,1	18,0	18,8	20,8	25,1
12 Horas	6,0	7,7	9,3	10,4	11,3	12,0	12,6	13,2	14,5	17,6
14 Horas	5,2	6,7	8,1	9,1	9,8	10,4	11,0	11,5	12,6	15,3
20 Horas	3,8	4,9	5,9	6,6	7,1	7,6	7,9	8,3	9,2	11,1
24 Horas	3,2	4,1	5,0	5,6	6,0	6,4	6,7	7,0	7,7	9,4

Fonte: Atlas Pluviométrico do Brasil (CPRM, 2014).

#### **d. Escolha do Tempo de Retorno**

Para as obras de engenharia a sua segurança e durabilidade frequentemente associam-se a tempo ou período de recorrência cujo significado refere-se ao espaço de tempo em anos onde provavelmente ocorrerá um fenômeno de grande magnitude pelo menos uma vez. No caso dos dispositivos de drenagem este tempo diz respeito a enchentes de projeto que orientarão o dimensionamento de modo que a estrutura indicada resista a estas enchentes sem risco de superação, resultando desta forma a designação usual de descarga de projeto.

A escolha do tempo de recorrência da enchente de projeto de uma obra de engenharia, conseqüentemente, a vazão a ser adotada no projeto de uma determinada obra, depende da comparação do custo para sua implantação e da perspectiva dos prejuízos resultantes da ocorrência de descargas maiores do que a de projeto, levando-se em conta que quanto maior o tempo de recorrência mais onerosa será a obra, porém os prejuízos decorrentes da insuficiência a esta vazão serão menores, resultando menores despesas de reposição ou reparos.

Geralmente os períodos de recorrência normalmente adotados nestes casos são de 10 a 20 anos para bueiros, canais ou galerias de drenagem nas obras rodoviárias e, para as pontes definem-se tempos de recorrência de 50 a 100 anos, conforme o tipo e importância da obra (DNIT, 2005).

Pare efeito de dimensionamento será adotado o tempo de retorno de 25 anos.

### **3. CARACTERIZAÇÃO DA BACIA**

Para as bacias urbanas desprovidas de microdrenagem, o tempo de concentração pode ser calculado pela expressão abaixo:

$$t_c = 57 \cdot \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0,385}$$

Onde:

$t_c$  - tempo de concentração (escoamento superficial) (min);

L - extensão do talvegue principal (km);

H - diferença de cota entre o ponto mais afastado da bacia e o ponto (seção) considerado (m).

#### **4. ELEMENTOS DE DRENAGEM DAS VIAS PÚBLICAS.**

##### **a. Sarjeta**

Nas ruas secundárias será utilizada a sarjeta como elemento transportador de vazões, onde irão interceptar bocas de lobos nas ruas principais.

##### **b. Bocas de Lobo**

Serão utilizadas bocas de lobo, para coletar águas sobre a superfície das vias de pavimentação, e daí serem transportadas pelas galerias.

As bocas de lobo serão interligadas a um poço de visita da tubulação principal através de tubos de concreto simples no diâmetro de Ø400mm.

A capacidade de absorção de uma boca de lobo depende de vários fatores como quantidade, tipo, dimensões, posição em relação às guias e sarjetas, declividade da rua, condições de limpeza, etc., tornando o seu cálculo extremamente complexo caso fôssemos estudar tais fatores para cada boca de lobo do sistema.

O que se fez foi estudar a boca de lobo padronizada sob condições preestabelecidas e adotar o valor da capacidade encontrada para todas as bocas de- lobo. Valor médio adotado foi de 100 l/s para capacidade de esgotamento de uma boca de lobo. Essa padronização permitiu que possamos calcular os diversos elementos necessários para a execução da obra de drenagem.

## 5. MEMÓRIA DE CÁLCULO

### a. Vazão de projeto

O Método Racional para estimativa do pico de cheia resume-se fundamentalmente no emprego da chamada “Fórmula Racional”:

$$Q = \frac{c \cdot i \cdot A}{3,6}$$

Onde:

Q - vazão de pico (m<sup>3</sup>/s);

i - intensidade média de precipitação sobre toda a área drenada, de duração igual ao tempo de concentração da sub-bacia (mm/h);

c - coeficiente de *Runoff* ou coeficiente de deflúvio;

A - área drenada da sub-bacia (km<sup>2</sup>);

Em se tratando de bacias pequenas, que é o nosso caso. O Método Racional pode ser aplicado com segurança, fornecendo vazões próximas da realidade.

Do volume precipitado sobre a bacia, apenas uma parcela atinge a seção de vazão, sob a forma de escoamento superficial. Isto porque parte é interceptada, ou umedece o solo, ou preenche as depressões, ou se infiltra rumo a depósitos subterrâneos. O volume escoado é, então, um resíduo do volume precipitado, e a relação entre os dois é o que se denomina, geralmente, coeficiente de deflúvio.

Obviamente, na escolha do valor de “c” para o projeto, deverá ser considerado o efeito da urbanização crescente e da possibilidade de realização de planos urbanísticos municipais, referentes ao zoneamento e ocupação do solo. Desta forma devem-se adotar valores de “c” que o mesmo teria ao fim do plano de urbanização da área em estudo.

### b. Cálculos hidráulicos dos coletores

A galeria deve ser dimensionada de forma a permitir velocidades máximas da ordem de 2,0 m/s. Portanto, a galeria projetada será em concreto armado, permitindo assim o tráfego de veículos sobre a mesma, evitando-se também escavações profundas para sua



construção. A seção da galeria terá dimensões circulares.

O diâmetro das tubulações será calculado pelo uso da fórmula de Manning:

$$D = 1,55 \cdot \left( \frac{Q \cdot n}{\sqrt{I}} \right)^{3/8}$$

Onde:

D - Diâmetro da tubulação (m)

Q - Vazão de contribuição no trecho (m³/s)

n - Coeficiente de rugosidade do tubo

I - Declividade das tubulação (m/m)

### **c. Dimensionamento geral**

Diante dos conceitos apresentados, a Tabela 02 traz o dimensionamento geral dos condutores, apresentando os diâmetros comerciais.

Tabela 2 - Dimensionamento Geral

Trecho		Cotas (m)		Comp (m)	Decliv	Decliv	Vs	T <sub>(sar)</sub>	Tc	A (trec)	A (cont)	i	Q(contr.)	Q(sarj)	Fr	Qadm.	Boca de Lobo	% do Total:	Qcapt	Dcal	Dadot	Velocidade
Mont	Jus	Mont	Jus		(m/m)	%	(m/s)	(min)	(min)	(m²)	(m²)	(mm/h)	(l/s)	(l/s)		(l/s)	S/N		(l/s)	(m)	(mm)	(m/s)
BL01	PV01	139,50	137,50	39,50	0,0506	5,06%	2,21	0,30	5,00	1848	1848	175,052	53,92	278,67	0,80	222,93	S	60%	32,35	0,156	400	0,257
PV01	BL	137,50	137,00	18,50	0,0270	2,70%	1,61	0,19	5,19	1673	3521	174,340	102,31	203,60	0,82	166,95	S	60%	61,39	0,223	500	0,313

## 6. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

### a. Generalidades

- O projeto de engenharia definirá os detalhes construtivos das obras de drenagem, discriminando dimensões, cotas, declividades e materiais a utilizar.
- O controle geométrico da execução deverá ser realizado através de levantamentos que comprovem o fiel cumprimento das determinações do projeto de engenharia, devendo ser verificadas todas as dimensões e cotas. Quando constatada a necessidade, deverão ser utilizados equipamentos topográficos.
- O controle tecnológico da execução deverá ser realizado através de ensaios de laboratório que comprovem a qualidade e a resistência dos materiais utilizados. O controle tecnológico é de responsabilidade da executante, não sendo objeto de medição e pagamento. O seu custo deverá estar embutido nos custos dos demais serviços. Todos os ensaios deverão seguir as metodologias preconizadas pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas).
- Os serviços de escavação de valas correspondem à escavação, mecânica ou manual, do terreno natural, no sentido longitudinal ou transversal da via, visando atingir as cotas das fundações dos dispositivos de drenagem. Incluem-se também nesses serviços a regularização e compactação do fundo das valas.
- A seção transversal da vala será retangular ou trapezoidal, dependendo do tipo de terreno e da execução ou não de escoramento. O alinhamento e a profundidade da vala serão determinados em função dos elementos constantes do projeto de engenharia.
- Não será permitida a execução desses serviços em dias chuvosos.
- Nas escavações com mais de 2,00 m de profundidade, deverão ser colocadas escadas seguras próximas dos locais de trabalho, visando a evacuação do pessoal em situações de emergência.

- O fundo da vala deverá ser absolutamente retilíneo em cada trecho, estando livre de raízes ou outros materiais que possam se decompor e deixar vazios.
- Ao constatar a presença de obras ou canalizações no interior da vala escavada, o fato deverá ser comunicado imediatamente à fiscalização pela executante. A fiscalização determinará os procedimentos a serem adotados nessa circunstância.
- O volume escavado será calculado com base na área da seção transversal da vala e no seu comprimento. No cálculo da área da seção transversal da vala, a profundidade será medida do fundo da vala até a linha que une as suas bordas e a largura será medida no fundo e na altura das bordas.

#### **b. Bocas de lobo**

- A execução de bocas de lobo compreende o fornecimento, transporte e aplicação de todos os materiais indicados em projeto, tais como argamassas, concretos, pedras de mão, ferros, bem como a execução de fôrmas e escoramento.
- Não será permitida a execução desse serviço em dias chuvosos.
- As bocas de lobo são dispositivos de captação que, através de ramais, transferem os deflúvios para as galerias principais. As bocas de lobo ficam localizadas em intervalos ao longo das sarjetas, geralmente próximas das interseções das ruas, seguir de acordo com projeto existente.
- O projeto de engenharia definirá as dimensões e os materiais que serão utilizados na execução das bocas de lobo. Os materiais utilizados deverão atender às normas e especificações da ABNT.
- Serão utilizados equipamentos e/ou ferramentas adequados à execução do serviço. O contratado poderá determinar a substituição de equipamentos e/ou ferramentas ao constatar deficiência em seu desempenho ou inadaptabilidade ao tipo de serviço.
- Após a regularização e compactação do fundo da vala, deverá ser executada a base da boca de lobo com concreto, o qual deverá apresentar resistência à compressão

simples igual ou superior a 15 MPa. Essa base deverá apresentar uma declividade de 3% em direção ao coletor pluvial que levará os deflúvios para o poço de visita.

- Após a cura da base, serão executadas as paredes laterais da boca de lobo, fixando-se a ponta do coletor pluvial. As paredes laterais serão executadas em conformidade com os detalhes executivos constantes do projeto de engenharia, podendo ser utilizado concreto ciclópico, concreto simples ou concreto armado.
- Em continuidade ao meio fio e na frente da boca de lobo será colocado um espelho de concreto, cuja abertura permitirá a captação dos deflúvios. Esse espelho será executado em conformidade com o detalhamento constante do projeto de engenharia.
- Em frente à boca de lobo será feito um rebaixamento no pavimento, cujas dimensões serão especificadas pelo projeto de engenharia.

#### **c. Tubulações de concreto**

- As juntas das tubulações de concreto serão executadas com argamassa de cimento e areia na proporção 1:3 ou outro traço aprovado pela Fiscalização. A argamassa, depois de devidamente preparada, deverá ser aplicada de modo a preencher o vazio existente entre a ponta e a bolsa dos tubos unidos.
- No enchimento dos vazios deverá ser usada a colher de pedreiro, sendo o acabamento dado com auxílio de desempenadeira.
- Antes do início da montagem das tubulações, a Contratada deverá examinar cuidadosamente o projeto e verificar a existência de todas as passagens e aberturas nas estruturas. A montagem deverá ser executada com as dimensões indicadas no desenho e confirmadas no local da obra.

## REFERÊNCIAS

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de hidrologia básica para estruturas de drenagem**. 2ª Edição. Rio de Janeiro. 2005.

SANTOS, Wesley de Oliveira. **Máximas intensidades e índices de erosividade de chuvas para o Rio Grande do Norte**. Tese apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido; Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água. 2015.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM. **Atlas Pluviométrico do Brasil**; Equações Intensidade-Duração-Frequência (Desagregação de Precipitações Diárias). Município: Mossoró. Estação Pluviométrica: Mossoró, Código 00537037. Catharina dos Prazeres Campos de Farias; Andressa Macedo Silva de Azambuja e Eber José de Andrade Pinto – Belém: CPRM, 2014.