



# **MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO DE ÁGUAS PLUVIAIS**

**USINA SUPERTEX CONCRETO BALNEÁRIO CAMBORIU - SC**

JUNHO DE 2024

## REFERÊNCIAS CADASTRAIS

Cliente	Supertex Concreto
Localização	Balneário Camboriu, SC
Título	Memorial descritivo e de cálculo de águas pluviais usina Supertex Concreto Balneário Camboriu- SC
Contato	Elizandro Rosa basso
E-mail	<a href="mailto:elizandro@supertex.com.br">elizandro@supertex.com.br</a>
Data do documento	26/06/2024

Elaborador/Autor	Bruno do Nascimento Trindade	Engenheiro Civil
CREA RS 248544	CREA SC 211325-2	ART 9576538-0

## SUMÁRIO

1. ESTUDOS HIDROLÓGICOS .....	1
1.1. METODOLOGIA APLICADA .....	1
1.2. MÉTODO RACIONAL .....	1
1.2.1. COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERICIAL .....	2
1.2.2. TEMPO DE CONCENTRAÇÃO E PERÍODO DE RETORNO .....	3
1.2.3. INTENSIDADE DE PRECIPITAÇÃO .....	3
1.2.4. VAZÃO .....	4
2. PROJETO DE DRENAGEM .....	4
2.1. VERIFICAÇÃO DA CAPACIDADE DE ESCOAMENTO DA SARJETA .....	4
2.2. <b>DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DA CALHA PRINCIPAL (DRENO)</b> .....	7
2.3.1. POSICIONAMENTO .....	7
2.3.2. DIÂMETRO MÍNIMO .....	7
2.3.3. CÁLCULO DA VAZÃO NA CALHA PRINCIPAL (DRENO) .....	7
2.3.4. REAPROVEITAMENTO .....	7
..... 2.3.5. ENCAMINHAMENTO DO VOLUME EXCEDENTE .....	8
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	9
Anexo I – PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO .....	10

---

# 1. ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Os estudos hidrológicos irão determinar as descargas máximas nas áreas em estudo, a fim de dar base ao dimensionamento das estruturas hidráulicas do sistema de drenagem em questão. Para isso, é necessário o diagnóstico do regime pluvial e da natureza das precipitações intensas da região, como é apresentado a seguir.

## 1.1. METODOLOGIA APLICADA

Para a determinação da precipitação máxima utilizou-se a equação que correlaciona os parâmetros intensidade, duração e frequência de chuvas. Essa relação permite ainda a obtenção de precipitações máximas para diferentes Tempos de Concentração – TC, e Períodos de Retorno – TR. Nas estimativas de vazões a partir de dados de chuva, a grandeza utilizada é a Precipitação Excedente, pelo fato de esta contribuir efetivamente para a formação do escoamento superficial

As vazões de projeto podem ser estimadas através de métodos estatísticos diretos e indiretos. Estas metodologias são determinadas de acordo com as dimensões das áreas de drenagem, da seguinte forma:

- Sub-bacias com áreas de até 5 km<sup>2</sup>: utiliza-se o Método Racional;
- Sub-bacias com áreas entre 5 km<sup>2</sup> e 10 km<sup>2</sup>: utiliza-se o Método Racional Corrigido;
- Sub-bacias com área acima de 10 km<sup>2</sup>: utiliza-se o Método de Ven Te Chow.

Desta forma, como a bacia do projeto possui uma área menor que 5 km<sup>2</sup>, utilizou-se o método racional.

## 1.2. MÉTODO RACIONAL

O método mais utilizado para o cálculo da vazão a partir da transformação de chuva em vazão para análise em pequenas bacias hidrográficas é o método racional, devido à simplicidade de aplicação e facilidade do conhecimento e controle dos parâmetros necessários.

Admite-se, na sua aplicação, que a chuva apresente uma intensidade constante, uniformemente distribuída sobre a superfície da bacia, e que sua duração seja maior ou igual ao tempo de concentração na bacia. Como a intensidade de chuva decresce com o aumento

da duração, a descarga máxima resulta de uma chuva com duração igual ao tempo de concentração da bacia.

Este método, descrito matematicamente pela Equação 1 - 1, representa uma relação entre a vazão máxima de escoamento superficial e a intensidade de precipitação, dependendo das seguintes variáveis para a sua determinação: tipo de solo e do uso da terra, duração e intensidade da chuva e características físicas da rede de drenagem existente.

$$Q = 0,00278 \cdot C \cdot i \cdot A$$

Equação 1 - 1 – Método Racional

Onde:

- Q: Vazão de projeto (m³/s);
- C: Coeficiente de escoamento superficial (adimensional);
- i: Intensidade da chuva de projeto (mm/h);
- A: Área de drenagem (ha).

### 1.2.1. COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL

O coeficiente de escoamento superficial, também denominado por deflúvio superficial ou coeficiente de “runoff”, é uma variável determinada em função de uma série de fatores, como o tipo do solo, ocupação da bacia, umidade antecedente, intensidade da chuva entre outros. Assim, devido às diversas condições e combinações dos fatores citados, apenas parte do volume precipitado sobre a bacia atinge a seção sob a forma de escoamento superficial. Portanto, adotou-se um coeficiente de escoamento superficial de 0,75, conforme valores indicados na Tabela 1 - 1.

Tabela 1 - 1 – Coeficiente de Escoamento Superficial

DESCRIÇÃO DAS ÁREAS DAS BACIAS TRIBUTÁRIAS	COEFICIENTE DE DEFLÚVIO “C”
<b>Ruas</b>	
Asfalto	0,70 a 0,95
Concreto	0,80 a 0,95
<b>Gramados; solos arenosos</b>	
Plano, 2%	0,05 a 0,10
Médio 2 a 7%	0,10 a 0,15
Íngreme, 7%	0,15 a 0,20
<b>Gramados; solo compacto</b>	
Plano, 2%	0,13 a 0,17

Médio 2 a 7%	0,18 a 0,22
Íngreme, 7%	0,15 a 0,35

### 1.2.2. TEMPO DE CONCENTRAÇÃO E PERÍODO DE RETORNO

O tempo de concentração é considerado o período, em minutos, que uma gota de água de chuva que cai no ponto mais distante da bacia, demora a chegar até a seção de análise. Devido às características das curvas de intensidade, duração e frequência da chuva, o tempo de concentração inicial mínimo adotado para as bacias é de 10 minutos.

O tempo de retorno, ou período de retorno, de uma chuva representa o risco que o empreendimento ou projeto está assumindo no dimensionamento de uma obra hidráulica. Ou seja, qual é o grau de segurança que se deseja proporcionar ao empreendimento, sendo que ele é o inverso da frequência com que a chuva, ou vazão, venha a ser igualada ou ultrapassada num ano qualquer.

Para escolher qual o tempo de retorno que se irá utilizar no dimensionamento do projeto hidráulico é importante analisar os prejuízos tangíveis e intangíveis que possam vir a ser causados por eventos extremos de chuva. Portanto, para o empreendimento em questão foi adotado o período de retorno (TR) igual a 25 anos.

### 1.2.3. INTENSIDADE DE PRECIPITAÇÃO

As equações de intensidade, duração e frequência ou simplesmente as equações IDF, também conhecidas como equação de chuva, são usadas para determinar a intensidade máxima de chuva de um determinado local.

Para cada região, os parâmetros K, a, b e c da equação de intensidade, duração e frequência (Equação 1 - 2) são ajustados por meio de regressão linear e não linear. Estes parâmetros (K, a, b e c) são definidos por uma série histórica de dados de chuvas, de mais ou menos 30 anos. Além disso, alterando a frequência e o tempo de concentração é possível obter uma intensidade diferente de chuva para uma mesma região.

$$Im = \frac{K \cdot (TR)^a}{(tc + b)^c}$$

Equação 1 - 2 – Equação de Chuva Intensa

Onde:

- Im: Intensidade máxima média de precipitação (mm/h);
- TR: Tempo de Retorno (anos);

- Tc: Tempo de concentração (min);
- K, a, b e c: Parâmetros ajustados com base nos dados pluviométricos da localidade.

No empreendimento em questão, foi utilizada equação de chuva do município de Piçarras – SC. Assim, obteve-se a seguinte Intensidade máxima média de precipitação:

Os parâmetros da equação para esta localidade são:

- K: 846,2
- a: 0,209
- b: 8,9
- c: 0,699

$$Im = \frac{846,2 \cdot (10)^{0,209}}{(10 + 8,9)^{0,699}} = 263,436 \text{ mm/h}$$

#### 1.2.4. VAZÃO

A vazão calculada sintetiza as considerações e cálculos realizados em relação ao tempo de concentração do escoamento e à intensidade de chuva, ao coeficiente de escoamento superficial e a área de contribuição de cada sub-bacia do projeto.

## 2. PROJETO DE DRENAGEM

O projeto de drenagem tem como objetivo definir os dispositivos de coleta, condução e deságue das águas superficiais que precipitam sobre o terreno, bem como sobre os taludes e áreas que convergem ao mesmo.

### 2.1. VERIFICAÇÃO DA CAPACIDADE DE ESCOAMENTO DAS CALHAS E CONDUTORES

Para assegurar o bom funcionamento do escoamento superficial, as calhas que conduzem as águas das cobertura serão limitadas por 15 centímetros de altura molhada e largura de 15 centímetros.

Sua vazão pode ser calculada pelo método de Izzard/Manning, conforme a equação 1-3 a seguir:

$$Q = K \cdot \frac{S}{n} \cdot Rh^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{i}$$

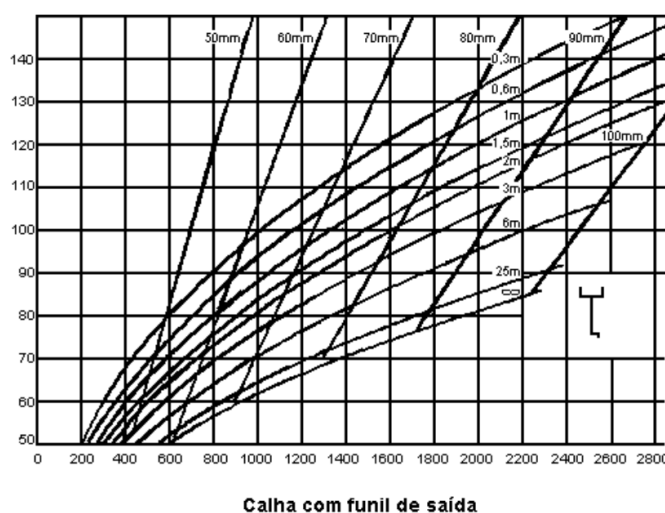
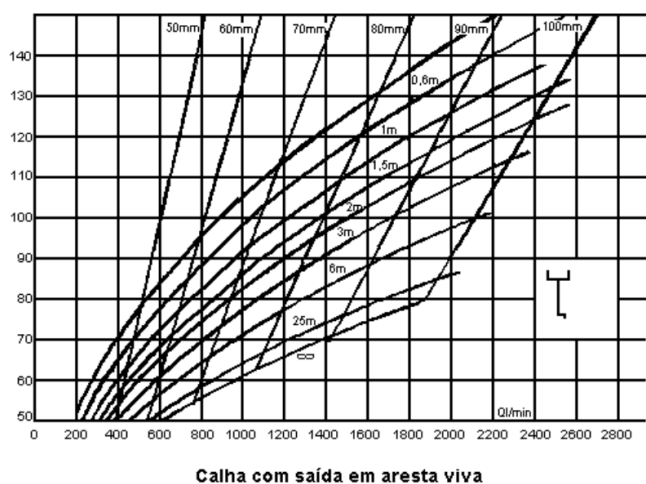
Equação 1 - 3 – Equação Manning-Strickler

Onde:

- Q: Vazão (m³/s);
- K: 60.000 (NBR 10844/89);
- i: Declividade longitudinal (m/m);
- S: Área da seção molhada (m²);
- n: Coeficiente de rugosidade;
- Rh: Raio hidráulico (m).

A verificação da capacidade de escoamento da calha foi realizada calculando a área máxima de escoamento que a calha suporta comparado ao resultado obtido da área de contribuição de cada cobertura (galpão e escritório).

Os condutores verticais foram dimensionados através de ÁBACOS (CSTC/1975 – BÉLGICA). Os condutores horizontais foram dimensionados através da Tabela 4 da NBR 10844 (1989). Este é mostrado na tabela do Anexo I.





**Tabela 4 - Capacidade de condutores horizontais de seção circular (vazões em L/min.)**

	Diâmetro interno (D) (mm)	$n = 0,011$				$n = 0,012$				$n = 0,013$			
		0,5 %	1 %	2 %	4 %	0,5 %	1 %	2 %	4 %	0,5 %	1 %	2 %	4 %
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	50	32	45	64	90	29	41	59	83	27	38	54	76
2	75	95	133	188	267	87	122	172	245	80	113	159	226
3	100	204	287	405	575	187	264	372	527	173	243	343	486
4	125	370	521	735	1.040	339	478	674	956	313	441	622	882
5	150	602	847	1.190	1.690	552	777	1.100	1.550	509	717	1.010	1.430
6	200	1.300	1.820	2.570	3.650	1.190	1.670	2.360	3.350	1.100	1.540	2.180	3.040
7	250	2.350	3.310	4.660	6.620	2.150	3.030	4.280	6.070	1.990	2.800	3.950	5.600
8	300	3.820	5.380	7.590	10.800	3.500	4.930	6.960	9.870	3.230	4.550	6.420	9.110

Nota: As vazões foram calculadas utilizando-se a fórmula de Manning-Strickler, com a altura de lâmina de água igual a 2-3 D.

## **2.2. DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DA CALHA PRINCIPAL (DRENO)**

O dimensionamento hidráulico é realizado junto à verificação considerando simultaneamente os tópicos a seguir. Este é mostrado na tabela do Anexo I.

### **2.3.1. POSICIONAMENTO**

A calha principal será feita em concreto e deverá ser posicionada na extremidade do terreno. Para assegurar o bom funcionamento do escoamento superficial, a calha principal que conduzem as águas do piso e coberturas serão limitadas 50 centímetros de altura molhada e largura de 50 centímetros.

Todas as tubulações pluviais serão encaminhadas diretamente à calha principal ou à cisterna respeitando os diâmetros e inclinações especificados no projeto. As mudanças de direção serão feitas através de PV's conforme indicado em planta.

### **2.3.2. DIÂMETRO MÍNIMO**

Foi adotado como parâmetro de projeto o diâmetro mínimo de 100mm para as tubulações que saem das calhas de cobertura bem como as tubulações horizontais e verticais.

### **2.3.3. CÁLCULO DA VAZÃO NA CALHA PRINCIPAL (DRENO)**

Na mesma etapa do projeto, para o dimensionamento, verifica-se a vazão por meio do somatório de vazões dos captadores (Exemplo: coberturas, área de contribuição dos pisos impermeáveis).

### **2.3.4. REAPROVEITAMENTO**

A água pluvial de todo o lote bem como as contribuições das coberturas é transportada através da calha principal e encaminhada à cisterna que possui previsão de armazenamento de 900 metros cúbicos de água. Esta água armazenada, será reaproveitada para consumo interno na produção de concreto da usina (estimativa de consumo de 500 metros cúbicos mês de água), gerando economia para a empresa e para o meio ambiente.

### 2.3.5. ENCAMINHAMENTO DO VOLUME EXCEDENTE

Serão implantados seis tubos de 100mm de diâmetro funcionando como extravasores ligados direto a rede pluvial em frente ao lote para transportar a água pluvial excedente em caso de sobrecarga da cisterna.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). Hidroweb: Sistema de Informações Hidrológicas. Disponível em < <http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em: 31 mar. 2022.

CDHU – Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano. Manual Técnico de Projetos. Agosto de 2008.

PORTO, R.M. Hidráulica básica. 2. ed. São Carlos: EESC-USP, 1999.

RIO DE JANEIRO (MUNICÍPIO). Instruções Técnicas para Elaboração de Estudos Hidrológicos e Dimensionamento Hidráulico de Sistemas de Drenagem Urbana. p. 60. Dezembro de 2010.

SÃO PAULO (ESTADO). DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. CENTRO TECNOLÓGICO DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS. Equações de Chuvas Intensas do Estado de São Paulo. São Paulo: DAEE/CTH, 1999. 141p.

SANTOS, L. C. C. Estimativa de vazões máximas de projeto por métodos determinísticos e probabilísticos. 2010. 173 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2010.

TUCCI, Carlos E. M. Hidrologia: ciência e aplicação. 4. ed. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, ABRH, 2009. 943 p.

## **ANEXO I – PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO**

**<https://drive.google.com/drive/folders/1p0kUQeoLND4c6o4bqUa229NZUFU8gvrt?usp=sharing>**