

---

# MUNICÍPIO DE JOINVILLE

---

---

**INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO PARA O DESENVOLVIMENTO  
SUSTENTÁVEL DE JOINVILLE - IPPUJ**

---

---

**SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA URBANA DE JOINVILLE - SEINFRA**

---



**PROJETO EXECUTIVO DA PONTE SOBRE O RIO  
CACHOEIRA  
INTERLIGAÇÃO ENTRE AS RUAS AUBÉ E DR. PLÁCIDO  
OLÍMPIO DE OLIVEIRA**

**Volume 01 - Relatório do Projeto**

DEZEMBRO DE 2016

Elaboração: Azimute Consultoria e Projetos de Engenharia

B	Agosto de 2016		Revisão conteúdo		
A	Novembro de 2010	L.H.	Emissão inicial	V.P.	A.C.R.
<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	<b>Elaboração</b>	<b>Modificação</b>	<b>Verificação</b>	<b>Aprovação</b>

## SUMÁRIO

<b>1.0 - APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>5</b>
<b>2.0 - MAPA DE SITUAÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>3.0 - PLANTA DE LOCALIZAÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>4.0 - ESTUDO TOPOGRÁFICO .....</b>	<b>12</b>
4.1 - Desenvolvimento dos Serviços .....	13
4.2 - Equipamentos Utilizados.....	14
4.3 - Equipe Técnica .....	14
4.4 - Marcos Topográficos.....	14
<b>5.0 - ESTUDO HIDROLÓGICO .....</b>	<b>15</b>
5.1 - Coleta de Informações .....	16
5.2 - Dados Pluviométricos .....	19
<b>6.0 - PROJETO GEOMÉTRICO .....</b>	<b>26</b>
6.1 - Considerações Gerais.....	27
6.2 - Apresentação dos Resultados .....	28
<b>7.0 - PROJETO DE TERRAPLENAGEM .....</b>	<b>29</b>
7.1 - Considerações Gerais.....	30
7.2 - Orientação da Terraplenagem .....	30
7.3 - Apresentação dos Resultados .....	30
<b>8.0 - PROJETO DE DRENAGEM PLUVIAL .....</b>	<b>31</b>
8.1 - Introdução.....	32
8.2 - Drenagem urbana.....	32
<b>9.0 - PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO .....</b>	<b>37</b>
9.1 - Dimensionamento do Pavimento.....	38
9.2 - Resultado do Dimensionamento .....	40
<b>10.0 - PROJETO DE SINALIZAÇÃO VIÁRIA.....</b>	<b>41</b>
<b>11.0 - PROJETO DO MURO DE CONTENÇÃO EM GABIÃO.....</b>	<b>43</b>
<b>12.0 - CARACTERIZAÇÃO FOTOGRÁFICA .....</b>	<b>45</b>

## **1.0 - APRESENTAÇÃO**

## 1.0 - APRESENTAÇÃO

A *Azimute Consultoria e Projetos de Engenharia* entrega nesta oportunidade o presente **Projeto Executivo da Ponte sobre o Rio Cachoeira, Interligando as Ruas Aubé e Doutor Plácido Olímpio de Oliveira**, situada no limite entre os bairros Boa Vista e Bucarein, no município de Joinville, Santa Catarina.

O presente relatório foi elaborado por força do Contrato nº 127/2007, firmado com o Município de Joinville.

A execução da nova ponte em concreto armado permitirá uma melhor mobilidade e acessibilidade do sistema viário do município de Joinville entre os bairros Boa Vista e Bucarein, onde será implantado o binário entre as Ruas Doutor Plácido Olímpio de Oliveira e Presidente Afonso Pena, com 1.095 metros de extensão, reduzindo o já saturado tráfego na Rua Cachoeira, caracterizado por ser o único acesso do centro da cidade ao bairro Boa Vista.

Devido ao fato de o leito do Rio Cachoeira cruzar o centro da cidade na direção Norte-Sul e dividir as regiões Leste e Oeste da cidade, fica evidente que esta ligação proporcionará maior mobilidade, melhorando os deslocamentos casa-trabalho-lazer.

O Relatório do Projeto Executivo é constituído pelos seguintes volumes:

- Volume 01 - Relatório do Projeto;
- Volume 02 - Projeto de Execução;
- Volume 03 - Memória Justificativa.

O presente **Volume 01 - Relatório do Projeto** salienta os objetivos a que se propõe, visando:

- Apresentar o conjunto dos estudos realizados com vistas à geração dos insumos básicos necessários à elaboração dos projetos relacionados à infraestrutura, descrevendo e justificando os métodos e processos utilizados e expondo os resultados obtidos;
- Descrever e justificar as soluções adotadas para os problemas inerentes a cada uma das disciplinas que compõem o projeto, complementadas, quando pertinentes, por memórias de cálculo que demonstrem que a solução selecionada é a mais adequada sob os aspectos técnicos, econômicos, financeiros e ambientais;
- Apresentar as planilhas de alinhamento do eixo, curvas horizontais, curvas verticais, notas de serviço e cálculo de volumes, as quais complementam as informações dos Projetos Geométrico e de Terraplenagem, evidenciando todos os parâmetros necessários à locação da obra e quantificando os volumes de materiais a serem movimentados em corte/aterro;

O escopo do projeto em questão contempla as seguintes etapas:

- Estudos Topográfico e Hidrológico;
- Projeto Geométrico;
- Projeto de Drenagem;
- Projeto de Terraplenagem;
- Projeto de Pavimentação;
- Projeto de Sinalização Viária;
- Projeto do muro de contenção em Gabião;
- Caracterização Fotográfica.

Joinville, Agosto de 2016.

## **2.0 - MAPA DE SITUAÇÃO**

## **3.0 - PLANTA DE LOCALIZAÇÃO**

## **4.0 - ESTUDO TOPOGRÁFICO**

---

## 4.0 - ESTUDO TOPOGRÁFICO

### 4.1 - Desenvolvimento dos Serviços

Os estudos de topografia desenvolveram-se seguindo rigorosamente as orientações do corpo técnico da Azimute, e se direcionaram nas seguintes etapas:

- Amarração de todos os pontos de interesse do projeto: Consiste no levantamento de pontos que trazem informações inerentes à elaboração do projeto em questão, tais como posicionamento de postes, existência de bocas de lobo, tubulações, rios, vias existentes, cercas, taludes, enfim, tudo aquilo que interfere diretamente na concepção adotada pelo projetista na elaboração do projeto.
- Cadastramento dos imóveis: De maneira a verificar os níveis dos imóveis lindeiros à via de projeto.
- Nivelamento e contranivelamento do eixo: Tem por finalidade a verificação das cotas e a conferência deste cálculo na determinação dos níveis da via.
- Nivelamento das seções transversais: Processo utilizado para a determinação das cotas dos diversos pontos que darão origem às curvas de nível e conseqüentemente o conhecimento da situação atual das vias.
- Detalhamento do trecho: O detalhamento do trecho constitui-se no conjunto de todas as informações descritas acima, além da apresentação de todos os pontos que possam caracterizar o projeto em questão.

O levantamento topográfico foi executado com estação total LEICA modelo TPS-1200. Os elementos e dados coletados no campo foram processados no escritório, através de programas específicos para a área de projetos.

A cota foi interpolada através de técnicas GPS, utilizando-se como referência o marco geodésico MR-27, pertencente à rede altimétrica da Prefeitura Municipal de Joinville.

O levantamento topográfico planialtimétrico está georreferenciado no sistema de projeção UTM, Datum Sirgas 2000.

Os dados do levantamento foram processados, formatados e apresentados em prancha com escala compatível e adequada à qualidade gráfica e visual para os estudos e projetos realizados.

## 4.2 - Equipamentos Utilizados

Para o posicionamento geodésico, foi utilizado um par de receptores de dupla frequência Leica GPS System 1200, sendo um receptor utilizado como base e o outro como móvel, isto é, o receptor base ocupando uma estação conhecida e o móvel ocupando os pontos cujo posicionamento deseja-se determinar.

## 4.3 - Equipe Técnica

Os estudos realizados foram coordenados por um engenheiro responsável, três técnicos em topografia, auxiliares de campo, desenhistas e técnicos em Autocad, todos com larga experiência profissional.

## 4.4 - Marcos Topográficos

Para o levantamento topográfico foram utilizados marcos topográficos como referência, conforme mostra a Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Relação dos Marcos

<b>Marco</b>	<b>E - Este</b>	<b>N - Norte</b>	<b>Cota</b>
MT-01	715947.840	7088068.439	2.413
MT-02	716038.874	7088069.940	2.321

## **5.0 - ESTUDO HIDROLÓGICO**

## 5.0 - ESTUDO HIDROLÓGICO

### 5.1 - Coleta de Informações

#### 5.1.1 - Temperatura

Na região de abrangência do projeto, o clima é subtropical constantemente úmido, com temperatura média anual de 22°C. No inverno, as amplitudes térmicas são maiores, sendo as temperaturas máximas mais altas, devido à baixa velocidade dos ventos e ao alto índice de calmaria, e as temperaturas mínimas mais baixas, devido à presença da serra e da vegetação, ocorrendo o escoamento noturno de ar frio.

Em termos de temperaturas absolutas, as máximas oscilam em torno de 40°C e as mínimas variam em cerca de 4°C.

A figura 5.1 ilustra as temperaturas médias anuais em Santa Catarina.

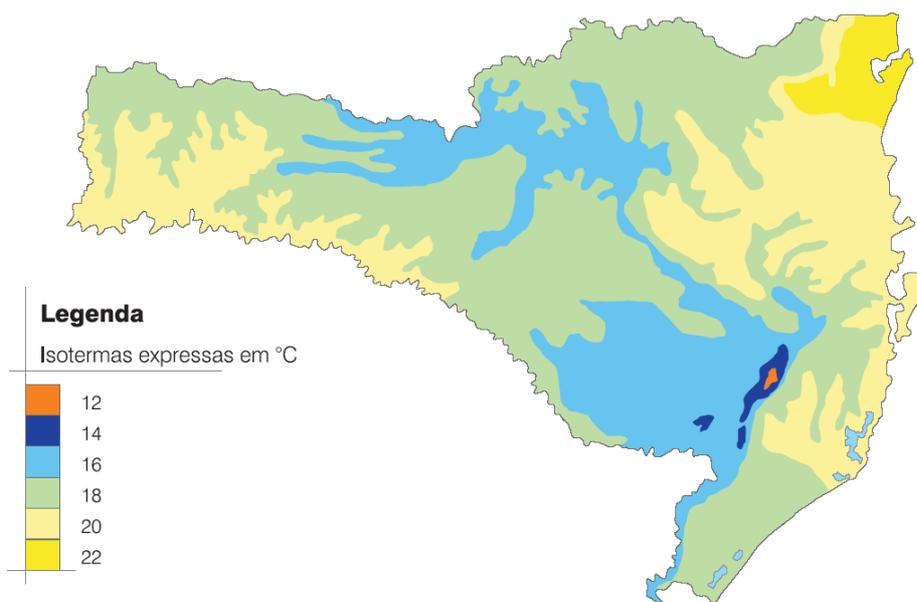


Figura 5.1 - Temperaturas médias anuais em Santa Catarina.

Fonte: Atlas de Santa Catarina, 2008.

#### 5.1.2 - Classificação Climática

O clima da região faz parte do Grupo C (mesotérmico) e pertence ao tipo úmido (f), sem estação seca distinta. Nesta metodologia de classificação existem dois subtipos:

- Subtipo A - de verão quente: característico de zona litorânea onde as temperaturas médias dos meses mais quentes estão acima de 22° C;

- Subtipo B - de verão fresco: característico de zonas mais elevadas.

A região em estudo está, portanto, localizada na região “Cfa”.

A figura 5.2 representa a classificação climática do Estado de Santa Catarina.

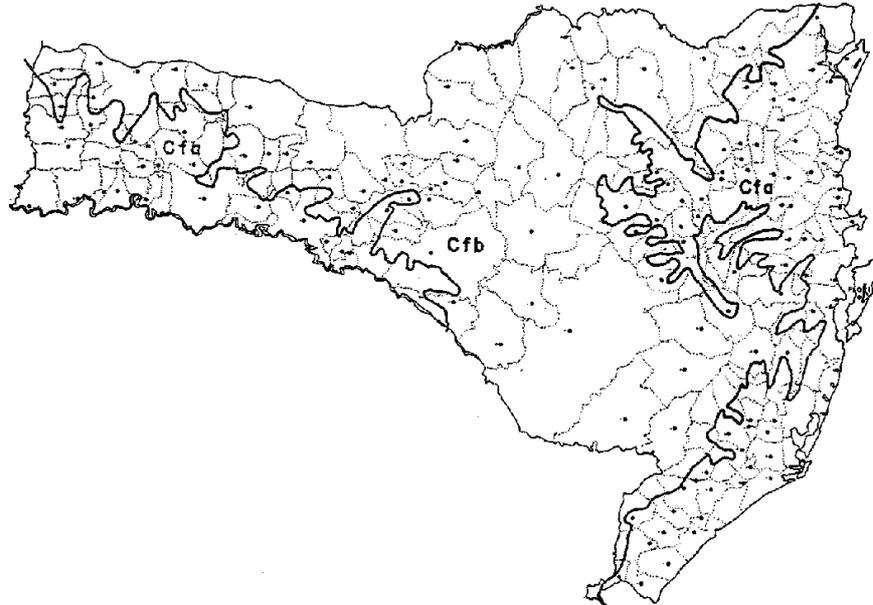


Figura 5.2 - Classificação climática de Köppen para Santa Catarina.

Fonte: Empasc.

### 5.1.3 - Pluviometria

O índice pluviométrico médio anual é da ordem de 2.200mm. A Figura 5.3 ilustra a precipitação total anual em Santa Catarina.

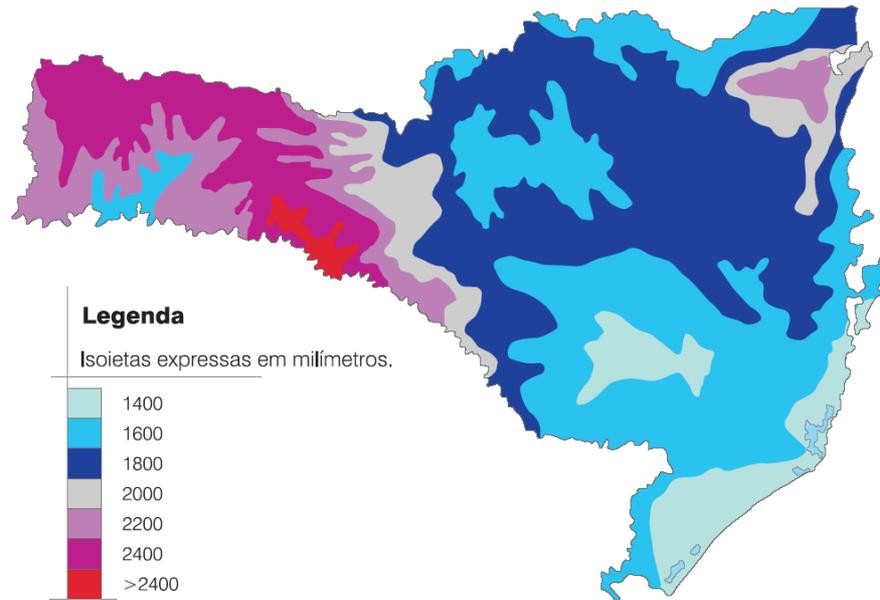


Figura 5.3 - Precipitação total anual em Santa Catarina.  
Fonte: Atlas de Santa Catarina, 2008.

Os dados pluviométricos mensais mostram a inexistência de uma estação seca e uma variação quantitativa de chuva ao longo do ano, que pode ser assim caracterizada:

- uma estação chuvosa principal no verão, de meados de novembro a março, com precipitação mensal média de 310mm;
- uma estação chuvosa secundária na primavera, de setembro a outubro, com chuva média da ordem de 190mm/mês;
- um período de menores precipitações, de abril a agosto, com 110 mm/mês.

Essa característica é explicada pela superposição de três regimes pluviais que ocorrem na região:

- o tropical com máximo no verão, proveniente das descontinuidades tropicais;
- o da frente polar, no percurso oceânico, com máximo no outono;
- o da frente polar, no percurso continental, que provoca chuvas de inverno e, principalmente, na primavera.

## 5.2 - Dados Pluviométricos

### 5.2.1 - Informações Gerais

Visando caracterizar o comportamento pluviométrico e sua influência sobre a região em estudo, foram utilizados dados do relatório técnico “Comparação das Equações de Chuvas para Joinville - SC” (Lopes e Ramos, 2006). Estas informações meteorológicas foram coletadas nas estações meteorológicas de Joinville (Univille e RVPSC).

As características das estações selecionadas estão nas Tabelas 5.1 e 5.2.

Tabela 5.1 - Características da estação Joinville-Univille

Código:	02648036
Bacia:	ATLÂNTICO, TRECHO SUDESTE (8)
Sub-bacia:	RIOS NHUNDIAQUARA, ITAPOCU E .. (82)
Responsável:	EPAGRI
Operadora:	EPAGRI
Latitude:	-26:15:8
Longitude:	-48:51:22
Altitude:	20
Período de observação:	1996 à 2004

Fonte: ANA

Tabela 5.2 - Características da estação Joinville-RVPSC

Código:	02648036
Bacia:	ATLÂNTICO, TRECHO SUDESTE (8)
Sub-bacia:	RIOS NHUNDIAQUARA, ITAPOCU E .. (82)
Responsável:	ANA
Operadora:	EPAGRI
Latitude:	-26:19:18
Longitude:	-48:50:47
Altitude:	6
Período de observação:	1938 a 2002

Fonte: ANA

A precipitação média anual para a cidade de Joinville, nos últimos 10 anos, foi de 2.205,3 mm, sendo a menor média de precipitação no mês de junho, com 82,0 mm, e a maior média no mês de janeiro, com 355,6 mm.

As Tabelas 5.3 e 5.4 ilustram dados do laboratório de meteorologia da Univille, de informações hidrometeorológicas (umidade e precipitação) de 10 anos de leituras, de 1997 a 2007.

Tabela 5.3 - Médias anuais de precipitação e umidade relativa.

ANO	Temperatura (°C)			Precipitação Total (mm)	Umidade relativa (%)
	máxima	mínima	média		
1997	26,00	19,81	22,42	2357,5	89,50
1998	26,39	20,10	21,95	3048,4	90,23
1999	23,79	18,18	20,43	2566,2	82,00
2000	24,94	19,21	22,12	1676,5	82,03
2001	26,87	21,67	23,89	2795,3	86,25
2002	25,93	21,04	23,17	1992,6	80,42
2003	25,67	20,15	22,51	1401,8	77,67
2004	24,89	18,95	21,97	1833,3	79,11
2005	26,21	18,09	22,63	2175,8	80,53
2006	26,60	17,56	23,00	1908,2	76,00
2007	26,32	17,41	22,55	2009,1	77,63
Média	25,78	19,28	22,41	2205,3	81,97

Fonte: Laboratório de meteorologia da Univille.

Tabela 5.4 - Médias mensais de precipitação e umidade relativa.

ANO	Temperatura (°C)			Precipitação Total (mm)	Umidade relativa (%)
	máxima	mínima	média		
Janeiro	29,18	23,09	26,08	355,6	79,76
Fevereiro	29,79	23,35	26,49	293,9	78,08
Março	29,75	23,29	27,22	235,3	79,57
Abril	27,09	20,65	23,62	124,2	82,38
Maiο	24,43	17,78	21,15	85,7	81,22
Junho	23,03	16,11	19,35	82,0	82,87
Julho	21,19	14,48	17,64	125,2	81,00

ANO	Temperatura (°C)			Precipitação Total (mm)	Umidade relativa (%)
	máxima	mínima	média		
Agosto	22,35	14,77	18,61	116,0	80,35
Setembro	23,26	16,49	19,79	177,7	80,30
Outubro	23,93	19,01	21,05	202,4	79,85
Novembro	25,93	19,83	23,02	355,6	77,07
Dezembro	28,09	21,71	24,85	293,9	77,45
Média	24,71	19,21	22,40	235,3	79,99

Fonte: Laboratório de meteorologia da Univille.

Constata-se que os maiores índices pluviométricos ocorrem nos meses de Novembro, Dezembro, Janeiro e Fevereiro e os menores índices são verificados nos meses de Maio, Junho e Julho.

### 5.2.2 - Equação da Chuva para Joinville

O estudo da equação da chuva para Joinville faz parte do relatório técnico da Prefeitura Municipal de Joinville “Comparação das equações de chuvas para Joinville”. Estudo desenvolvido pelos engenheiros Fernando H. Y. Lopes e Doalcey D. Ramos (2006), fundamentada também nos trabalhos de Simões e Ramos (2003).

A partir de dados da ANA (Agência Nacional de Águas), Simões e Ramos utilizaram o método da ponderação regional e posteriormente elaboraram a análise de consistência dos dados pelo método da curva de dupla massa para as duas estações de Joinville.

Os dados foram considerados consistentes, pois os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) das retas ajustadas são satisfatórios. As Figuras 5.4 e 5.5 ilustram os gráficos da análise de consistência para as duas estações (Lopes e Ramos, 2006).

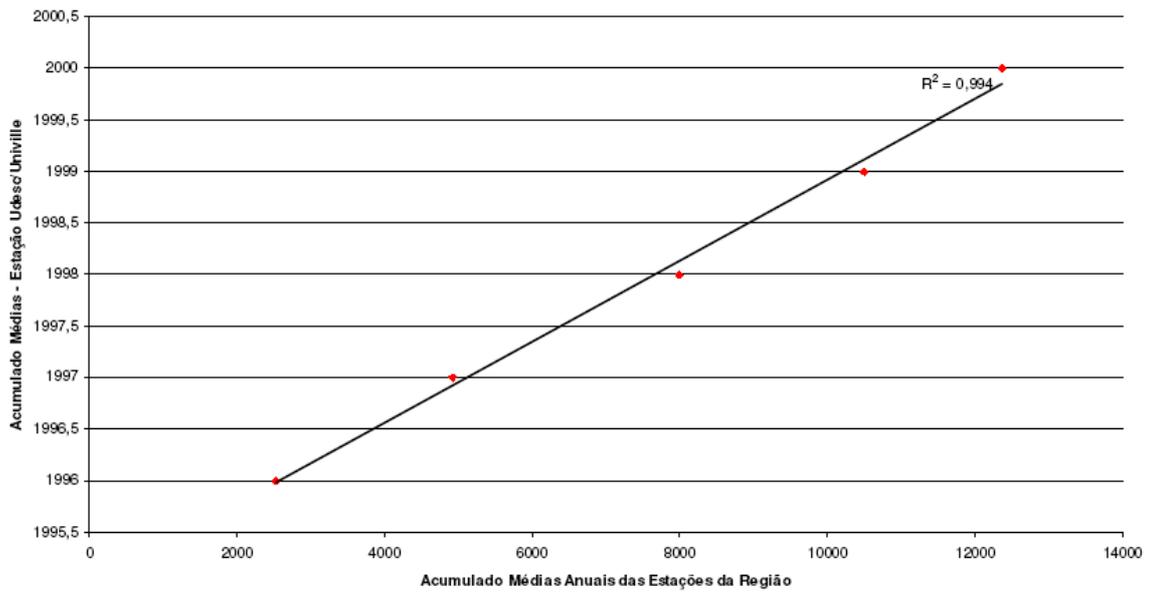


Figura 5.4 - Análise de consistência para a Estação Joinville-Univille

Fonte: Simões e Ramos apud Lopes e Ramos, 2006.

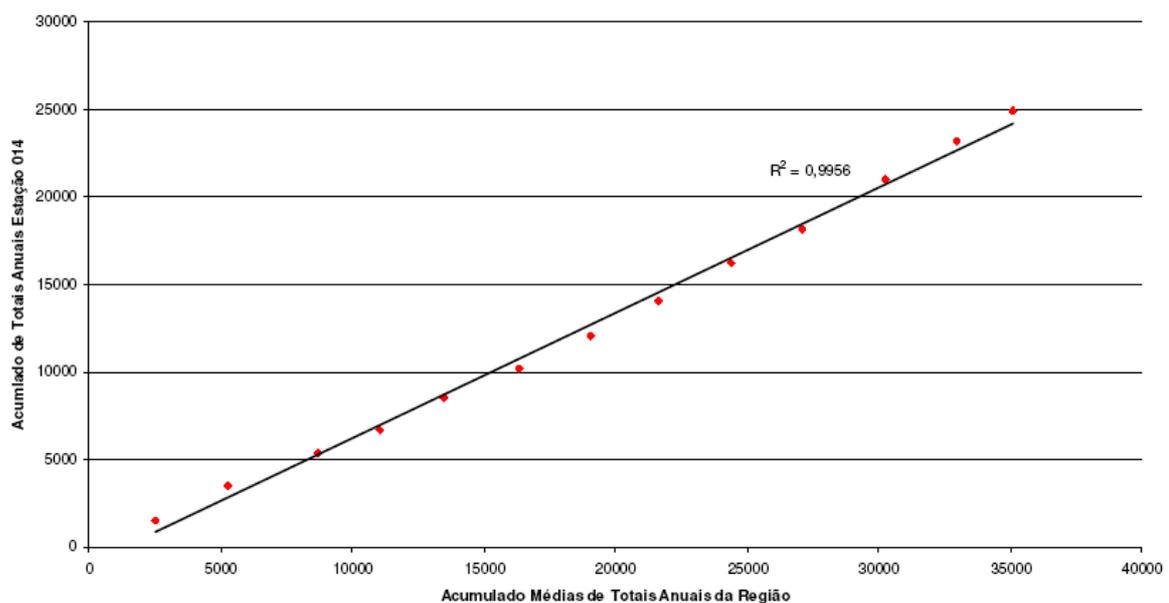


Figura 5.5 - Análise de consistência para a estação Joinville-RVPSC.

Fonte: Simões e Ramos apud Lopes e Ramos, 2006.

A partir dos dados trabalhados por Simões e Ramos (2003) foram realizadas análises matemáticas, como média e desvio-padrão, de forma a obter a relação intensidade-duração-freqüência para as estações estudadas.

Para transformar a chuva de 1 dia em 24 horas, podem ser aplicados os coeficientes de 1,14 (CETESB, 1986) e 1,10 (TABORGA apud TUCCI, 2000). No presente estudo foram utilizadas as relações que adotam 1,14, obtendo assim as Equações 5.1 e 5.2 (Lopes e Ramos, 2006).

$$i_{T,d} = \frac{1,14 \cdot e^{1,5 \ln\left(\frac{d}{7,3}\right)} \cdot \left\{ 75,802 - 27,068 \cdot \ln\left[ -\ln\left(1 - \frac{1}{T}\right) \right] - 15,622 \right\}}{d}$$

Equação 5.1 - Equação para a estação Joinville-RVPSC.

Fonte: Lopes e Ramos, 2006.

$$i_{T,d} = \frac{1,14 \cdot e^{1,5 \ln\left(\frac{d}{7,3}\right)} \cdot \left\{ 97,756 - 19,068 \cdot \ln\left[ -\ln\left(1 - \frac{1}{T}\right) \right] - 11,005 \right\}}{d}$$

Equação 5.2 - Equação para a estação Joinville-Univille.

Fonte: Lopes e Ramos, 2006.

Onde:

- I = Intensidade média máxima da chuva, em mm/min;
- T = período de retorno, em anos;
- t = duração da chuva, em minutos.

Para cada período de retorno se observa uma curva característica, diminuindo a intensidade conforme aumenta a duração da chuva. As curvas são paralelas, como pode ser observado nas Figuras 5.6 e 5.7 (Lopes e Ramos, 2006).

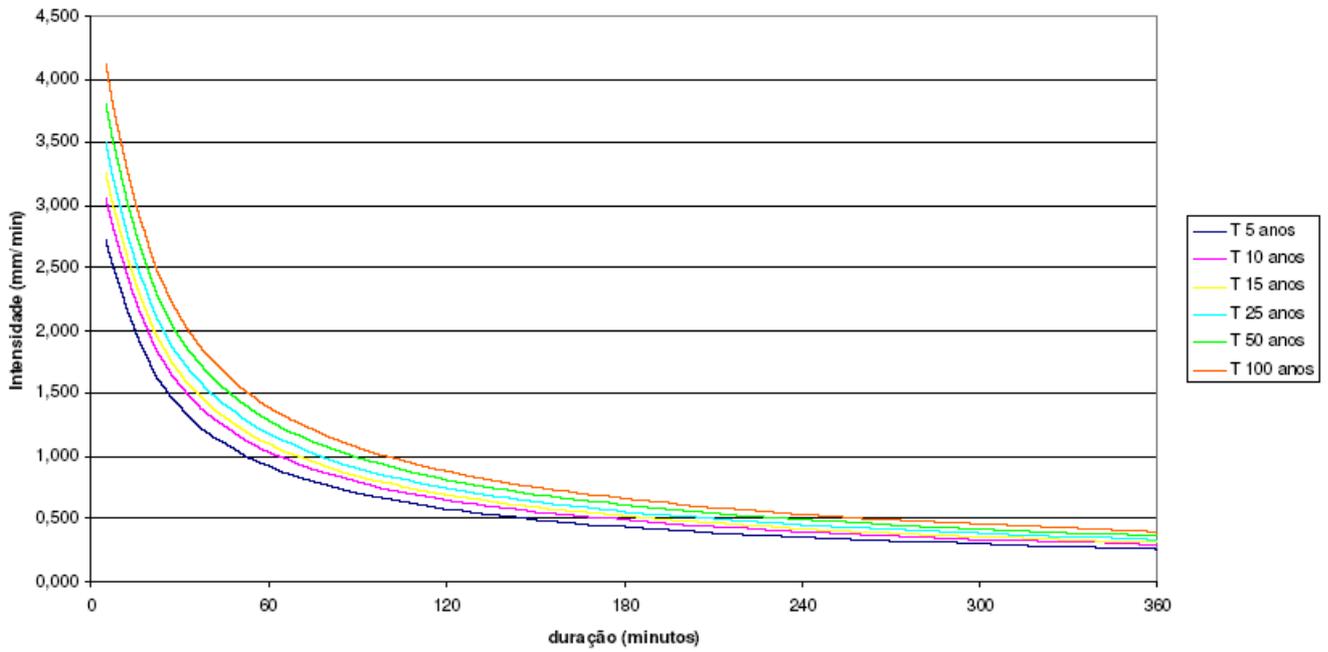


Figura 5.6 - Curvas de intensidade - duração - frequência (Estação Joinville-Univille).

Fonte: Lopes e Ramos, 2006.

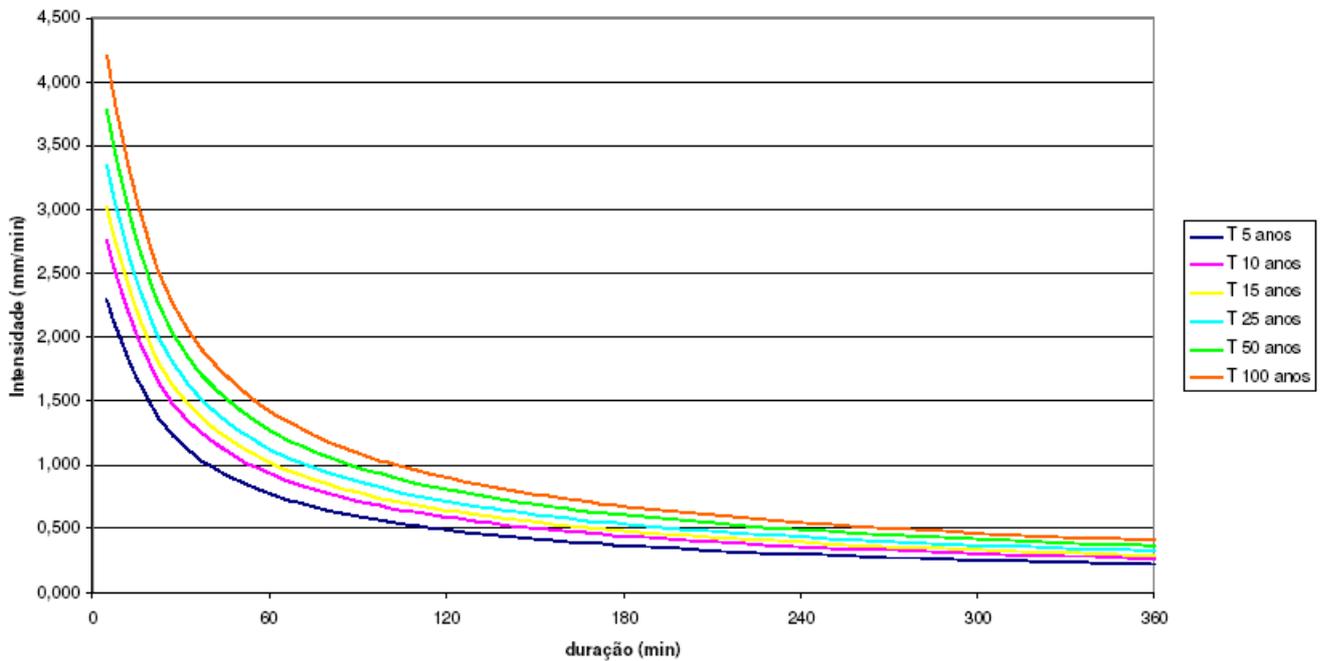


Figura 5.7 - Curvas de intensidade - duração - frequência (Estação Joinville-RVPSC).

Fonte: Lopes e Ramos, 2006.

Conforme Lopes e Ramos (2006), a série anual de dados da estação Joinville-Univille é considerada de curta duração em relação à estação Joinville-RVPSC, portanto, considera-se a segunda estação mais indicada para ser adotada em projetos de engenharia na região de Joinville/SC.

### 5.2.3 - Equação de Chuva para Microdrenagem

Equação da chuva para a área de Joinville, para bacias hidrográficas com área até 1km<sup>2</sup>:

$$i = \frac{1,14 \times e^{1,5 \times \ln\left(\frac{\ln t}{7,3}\right)} \times \left\{ 75,802 - 27,068 \times \ln\left[-\ln\left(1 - \frac{1}{T}\right)\right] - 15,622 \right\}}{t}$$

Fonte: Prefeitura Municipal de Joinville

### 5.2.4 - Equação de Chuva para Macrodrenagem

Equação da chuva para a área de Joinville, para bacias hidrográficas com área acima de 1 km<sup>2</sup>:

$$i = \frac{641,7 \times T^{0,2290}}{(t + 8,8)^{0,6859}} \quad \text{para } t \leq 120 \text{ min}$$
$$i = \frac{1201,9 \times T^{0,2270}}{(t + 23,3)^{0,8025}} \quad \text{para } 120 < t \leq 1440 \text{ min}$$

Fonte: Prefeitura Municipal de Joinville

Onde:

- I = Intensidade média máxima da chuva, em mm/min;
- T = período de retorno, em anos;
- t = duração da chuva, em minutos.

## **6.0 - PROJETO GEOMÉTRICO**

## 6.0 - PROJETO GEOMÉTRICO

### 6.1 - Considerações Gerais

Foram desenvolvidos 3 (três) eixos para a definição do traçado, conforme abaixo:

- Eixo 01: extremidades nas estacas 0=PP (início na interseção com a Rua Dr. Plácido Olímpio de Oliveira) e 10+10,695=PF (final na Rua Aubé), possuindo extensão total de **210,70 m**;
- Eixo 02: inicia na estaca 0=PP, no prolongamento da Rua Porto Belo até a estaca 0+18,925=PF (interseção com o Eixo 01), possuindo extensão total de **18,92 m**;
- Eixo 03: inicia na Rua Dr. Plácido Olímpio de Oliveira, na estaca 0=PP, e finaliza na Rua Porto Belo na estaca 6+1,308=PF, com extensão total de **121,30 m**.

A ponte projetada inicia na estaca 2+6,400m do Eixo 01, seguindo até a estaca 8+4,4000m. Sendo assim, a extensão total da ponte é definida em 118,00 metros.

Conforme diretrizes da Prefeitura Municipal de Joinville, a altura mínima entre a face inferior da longarina e a cota máxima de enchente é de 5,15m.

Acerca da configuração transversal da via, o segmento compreende as seguintes dimensões:

- Eixo 01:
  - Até a estaca 2+6,400m (início da ponte): Pista de rolamento de 7,50m com declividade de 2% e caimento para os bordos da pista e passeio no lado esquerdo.
  - Após a estaca 8+4,4000m (final da ponte): Pista de rolamento de 7,00m com declividade de 2% e caimento para os bordos da pista e passeio em ambos os lados.
- Eixo 02:
  - Pista de rolamento com largura variável e declividade entre 6 e 12% com caimento para o bordo esquerdo.
- Eixo 03:

- Pista de rolamento, declividades e configuração dos passeios variável ao longo do estaqueamento. Verificar planta do projeto geométrico e nota de serviço.

## **6.2 - Apresentação dos Resultados**

O Projeto Geométrico é constante do Volume 02 - Projeto de Execução: Infraestrutura, onde se evidencia toda a concepção da pista de rolamento e passeio aplicando-se parâmetros como dimensões e declividades.

Quanto aos parâmetros relativos ao traçado horizontal e vertical, o projeto apresenta os elementos de locação necessários (ângulos, distâncias, coordenadas de referência, deflexões, cotas) em planta e perfil, além de todas as planilhas com estes dados.

Não está prevista neste projeto qualquer avaliação no que diz respeito às indenizações de terrenos lindeiros, bem como edificações que porventura sejam atingidas pela abertura dos logradouros nas dimensões propostas.

## **7.0 - PROJETO DE TERRAPLENAGEM**

## **7.0 - PROJETO DE TERRAPLENAGEM**

### **7.1 - Considerações Gerais**

A concepção do projeto de terraplenagem tem como objetivo orientar os serviços de terraplenagem e distribuição dos materiais, bem como visa à formulação de uma estrutura que tenha suficientes condições de suporte para o pavimento projetado.

### **7.2 - Orientação da Terraplenagem**

Com o apoio da geometria estudada foram estimados volumes de corte e aterro. Na consideração de distribuição de tais volumes são levados em conta fatores de influência do custo da obra. Assim, visam-se distribuições que resultem na menor média ponderada das distâncias de transportes dos materiais escavados.

Os taludes recomendados são:

- Cortes: 1:1 (V:H);
- Aterros: 1:1,5 (V:H).

### **7.3 - Apresentação dos Resultados**

As seções transversais de terraplenagem podem ser visualizadas no Volume 02 - Projeto de Execução.

## **8.0 - PROJETO DE DRENAGEM PLUVIAL**

## 8.0 - PROJETO DE DRENAGEM PLUVIAL

### 8.1 - Introdução

Baseado na IS-210 (DNIT) foi desenvolvido o projeto de drenagem e obras de arte correntes, que se subdivide em: drenagem de transposição de talvegues, drenagem superficial, drenagem do pavimento ou sub-superficial drenagem subterrânea ou profunda e drenagem urbana.

Por tratar-se de um projeto de implantação dentro do perímetro urbano do município de Joinville, teremos apenas drenagem urbana. A seguir apresentamos as soluções adotadas e o dimensionamento dos dispositivos utilizados.

### 8.2 - Drenagem urbana

#### 8.2.1 - Determinação das vazões

Para o cálculo das vazões de dimensionamento das estruturas de drenagem adotou-se o Método Racional, tendo em vista que as bacias, de contribuição são menores que 5 km<sup>2</sup>. O conceito básico do método presume que a máxima vazão em uma determinada seção é em função do tempo de concentração. As condições de permeabilidade da bacia, supõe-se, permanecerem constantes durante a ocorrência da chuva. O cálculo das vazões é dado pela fórmula:

$$Q = C \cdot i \cdot A$$

onde :

- Q = pico de vazão em m<sup>3</sup>/s;
- C = coeficiente de deflúvio superficial;
- i = intensidade da chuva em m<sup>3</sup>/s.ha ;
- A = área drenada em ha;

O método racional se baseia no princípio de que a vazão máxima, provocada por uma chuva de intensidade uniforme, ocorre quando todas as partes da bacia passam a contribuir para seção de drenagem.

O tempo necessário para que isto aconteça, medido a partir da chuva, é o que se denomina tempo de concentração (tc).

### 8.2.2 - Coeficiente de deflúvio (C)

A sua determinação depende de uma série de fatores como: tipo de solo e do uso da terra, desuniformidade da distribuição de chuva, condições de umidade do solo no início da precipitação, etc...

Valor médio adotado: C = 0,7

Tabela 8.1 - Valores do coeficiente de escoamento superficial (C) x zonas de ocupação.

Zonas		C
1	Zonas de edificação muito densa. Partes centrais, comerciais, com ruas e calçadas pavimentadas. Zonas adjacentes ao centro de menor densidade de população.	0,8
2	Ocupação mista: residencial e comercial. Ruas e calçadas pavimentadas. Bairros em expansão. Zonas com muitas superfícies livres.	0,7
3	Distrito Industrial. Cidades, jardins, parques, com ruas macadamizadas ou pavimentadas.	0,5
4	Zonas de cobertura florestal urbana.	0,3
5	Zonas de cobertura florestal rural.	0,3
6	Superfícies impermeáveis	1,00

Fonte: Adaptado de WILKEN (1978)

### 8.2.3 - Tempo de concentração (tc)

Definido como sendo o tempo que leva uma gota d'água teórica para ir do ponto mais afastado da bacia até o ponto de projeto considerado.

$$tc = te + tp$$

Onde:

- te = tempo de entrada, como se trata de pequenas bacias adotaremos o valor de 10 min;
- tp = tempo de percurso, calculado pela fórmula :

- $t_p = L / 60 \cdot V$  (min)

em que :

L = comprimento do trecho de galeria;

V = velocidade média (m/s).

#### **8.2.4 - Período de retorno ( $t_r$ )**

A determinação do período de retorno varia com a segurança que se deseja dar ao projeto e define-se como sendo o número médio de anos que uma precipitação é igualada ou excedida.

Utilizando como referência o livro Drenagem Urbana, Manual de Projeto - CETESB, adotamos  **$t_r = 5$  anos.**

#### **8.2.5 - Intensidade média de precipitação (I)**

A intensidade é obtida em função do tempo de recorrência e da duração, considerada igual ao tempo de concentração da bacia. As chuvas de intensidade-duração-freqüência foram determinadas na fase de estudos hidrológicos.

#### **8.2.6 - Área da bacia (A)**

Obtidas após a delimitação em plantas topográficas.

#### **8.2.7 - Dimensionamento das redes e galerias**

Os cálculos foram desenvolvidos com a utilização da fórmula de Manning, empregada para o dimensionamento em regimes uniformes. Definido pela expressão:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot (S \cdot R)^{2/3} \cdot I$$

Onde:

- Q = descarga em m<sup>3</sup>/s;
- S = área da seção molhada em m<sup>2</sup>;
- n = coeficiente de rugosidade, n = 0,013 para o concreto;
- R = raio hidráulico da seção em m;
- P = perímetro molhado em m;
- I = declividade do fundo da galeria em m/m.

A velocidade mínima e máxima de projeto adotada para a tubulação foi de 0,75 m/s e 5,5 m/s consecutivamente, velocidade limite para que não ocorra a deposição de sedimentos e consequente assoreamento da tubulação e também erosão do material.

### 8.2.8 - Disposição de curvas

Para execução das linhas de drenagem nos trechos em curva (de raio curto), as mesmas podem ser efetuadas no próprio poço de visita conforme tabela abaixo:

Tabela 8.2 - Raios curtos de curvatura admissíveis em condutos circulares

<b>Diâmetro do conduto (m)</b>	<b>Raio de Curvatura (m)</b>
0,60 a 1,30	9,00
1,40 a 1,80	10,00

Fonte: Drenagem Urbana/Manual de Projeto CETESB - DAEE

### 8.2.9 - Escavação de valas para assentamento dos tubos

As profundidades mínimas de escavação para implantação de tubulação seguem na tabela abaixo:

Tabela 8.3 - Profundidades de escavação em função do diâmetro da tubulação

<b>Diâmetro da tubulação (cm)</b>	<b>Profundidade mínima (m)</b>
40	1,00
60	1,20
80	1,60
100	1,60
120	1,80
150	2,10

### 8.2.10 - Bocas de lobo

A capacidade de escoamento da boca de lobo, que depende basicamente do seu tipo, dimensões, greide e vazão da sarjeta, foi levada em consideração a fim de que os caudais pluviais, previstos nos cálculos de dimensionamento cheguem às galerias nas condições e nas situações devidas.

Os tubos de conexão constituem os condutos, que conduzem as águas, captado, pelas bocas de lobo para as galerias.

No dimensionamento das galerias pluviais foram adotadas tubulações de diâmetros comerciais: 40, 60, 80 e 100m.

## **9.0 - PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO**

## 9.0 - PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

### 9.1 - Dimensionamento do Pavimento

Para o dimensionamento do pavimento flexível foi utilizado o método de dimensionamento de pavimentos flexíveis do DNIT apresentado no Manual de Pavimentação 2006 do DNIT. O método baseia-se na capacidade de suporte (CBR) do subleito, no número de repetições do eixo padrão (número N) e nos coeficientes de equivalência estrutural dos diferentes tipos de materiais adotados nas camadas de pavimentação, coerentemente com os resultados da pista experimental da AASHTO.

#### 9.1.1 - Coeficiente de Equivalência Estrutural

Este coeficiente é a razão da espessura granular para uma unidade de espessura do material considerado. A tabela 9.1 fornece seus valores.

Tabela 9.1 - Coeficientes de equivalência estrutural.

COMPONENTES DO PAVIMENTO		K
Revestimentos e bases betuminosas	Concreto betuminoso usinado a quente	2,0
	Pré-misturado a quente	1,7
	Pré-misturado a frio	1,4
	Macadame betuminoso de penetração	1,2
Camadas granulares (não cimentadas, não betuminosas)	Base de macadame hidráulico	1,0
	Base estabilizada granulometricamente (solo, mistura de solos, solo-brita, brita graduada)	
	Base de solo melhorado com cimento	
	Sub-base estabilizada granulometricamente	
	Sub-base de solo melhorado com cimento	
	Reforço de subleito	
Solo-Cimento	Rcs, 7 dias, superior a 45 kgf/cm <sup>2</sup>	1,7
	Rcs, 7 dias, entre a 45 e 28 kgf/cm <sup>2</sup>	1,4
	Rcs, 7 dias, entre 28 e 21 kgf/cm <sup>2</sup>	1,2

#### 9.1.2 - Número N

De acordo com estudos preliminares, o número N estimado foi:

$$N = 2,5 \times 10^7$$

#### 9.1.3 - Materiais das camadas de pavimentação

O dimensionamento também foi baseado nas características dos materiais das camadas de pavimentação, apresentadas na tabela 9.2.

Tabela 9.2 - Características das camadas do pavimento.

CAMADA DO PAVIMENTO	CARACTERÍSTICAS
Subleito	- CBR = 4,0%; - expansão ≤ 2%;
Sub-base	- CBR ≥ 20%; - IG = 0 (índice de grupo); - Expansão ≤ 1,0%.
Base	- CBR ≥ 80%; - Expansão ≤ 0,50%; - LL ≤ 25%; IP ≤ 6%.

As características dos materiais das camadas em conjunto com os valores de CBR e de Tráfego N, configuram as espessuras das referidas camadas.

#### 9.1.4 - Metodologia do Cálculo

A estrutura do pavimento flexível a que se refere este projeto decorre das seguintes equações:

$$R Kr + B Kb > H_{20} \quad (1)$$

$$R Kr + B Kb + h_{20} Ks > Hm \quad (2)$$

Onde:

- R = espessura real da camada de rolamento;
- B = espessura real da camada de base;
- $h_{20}$  = espessura real da camada de sub-base;
- Kr = coeficiente estrutural da camada de rolamento;
- Kb = coeficiente estrutural da camada de base;
- Ks = coeficiente estrutural da camada de sub-base;
- $H_{20}$  = espessura estrutural do pavimento necessária acima da sub-base;
- Hm = espessura estrutural do pavimento necessária acima do subleito.

Os H's (espessura da soma das camadas, situadas sobre camada de material com CBR específico) são obtidos através da formulação:

$$H = 77,67 \cdot N^{0,0482} \cdot CBR^{-0,598}$$

## 9.2 - Resultado do Dimensionamento

A Tabela 9.3 ilustra o resultado do cálculo do dimensionamento do pavimento para as vias projetadas.

Tabela 9.3 - Estrutura do pavimento na pista de rolamento.

<b>CAMADA</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>ESPESSURA</b>
Revestimento	CAUQ+PMQ	5+5 = 10 cm
Base	Brita Graduada	18 cm
Sub-base	Macadame Seco	25 cm
Reforço do subleito	Rachão	30 cm**
Regularização do subleito	Areia	30 cm

\*\* O reforço do subleito torna-se necessário apenas ao longo do estacionamento dos Eixos 02 e 03.

## **10.0 - PROJETO DE SINALIZAÇÃO VIÁRIA**

## **10.0 - PROJETO DE SINALIZAÇÃO VIÁRIA**

O Projeto da Ponte sobre o Rio Cachoeira, interligando a Rua Doutor Plácido Olímpio de Oliveira e a Rua Aubé, foi desenvolvido segundo as orientações e recomendações preconizadas nas especificações e normas do “Manual de Sinalização Rodoviária” D.T./DNER edição 1999.

O projeto de sinalização definiu os dispositivos empregados na sinalização horizontal, dimensão de larguras e extensões de faixas e tachões, localização e necessidade. Quanto à sinalização vertical, o projeto definiu as dimensões de placas e suas respectivas localizações garantindo uma maior fluidez, segurança e conforto tanto ao usuário da via como ao usuário do sistema de tráfego local.

## **11.0 - PROJETO DO MURO DE CONTENÇÃO EM GABIÃO**

---

## 11.0 - PROJETO DO MURO DE CONTENÇÃO EM GABIÃO

### 11.1 - Metodologia

Para os estudos de contenções em gabiões, os métodos de cálculos utilizados fizeram referência ao “Equilíbrio Limite” das teorias de Rankine, Coloumb, Meyerhof, Hansen e Bishop (método Simplex) para as verificações de estabilidade externa, deslocamento, tombamento, pressões atuantes na fundação e estabilidade global da estrutura.

## **12.0 - CARACTERIZAÇÃO FOTOGRÁFICA**



**Foto 01:** Interseção da futura ponte com a Rua Aubé.



**Foto 02:** Vista do local onde será implantada a ponte da Rua Aubé com a Dr. Plácido Olímpio de Oliveira.



**Foto 03:** Casa a ser demolida.



**Foto 04:** Eixo 01 - Imediações da Estaca 7+0,000m.



**Foto 05:** Vista do Rio Cachoeira em direção a Rua Dr. Plácido Olímpio de Oliveira.



**Foto 06:** Vista geral do terreno lindeiro à implantação da obra, próximo à Rua Aubé.



**Foto 07:** Vista da Rua Dr. Plácido Olímpio de Oliveira.



**Foto 08:** Vista da Rua Dr. Plácido Olímpio de Oliveira, na interseção com a Rua Porto Belo.



**Foto 09:** Vista da Rua Porto Belo.



**Foto 10:** Local onde será implantada a estrutura da ponte.