

# CONSULTORIA E PROJETOS DE ENGENHARIA

## INFRAESTRUTURA



**MUNICÍPIO DE JOINVILLE**  
**PROJETO EXECUTIVO PARA LIMPEZA E**  
**DESASSOREAMENTO DO RIO ÁGUAS VERMELHAS**  
**TRECHO: Ponte Rua XV de Novembro - Foz do Rio Águas Vermelhas**  
**Abril de 2015**

REL-01714-03-01-B



# MUNICÍPIO DE JOINVILLE

## PROJETO EXECUTIVO PARA LIMPEZA E DESASSOREAMENTO DO RIO ÁGUAS VERMELHAS

Trecho: **Ponte Rua XV de Novembro - Foz do Rio Águas Vermelhas**  
Extensão: **10,65 km**

### VOLUME ÚNICO: Relatório do Projeto e Projeto de Execução

Abril de 2015

Elaboração: AZIMUTE Consultoria e Projetos de Engenharia, Joinville - SC, Brasil.

B	Abril de 2015	Fátima	Alteração depósito do Bota fora 03	Vander	Vander
A	Outubro de 2014	Vander	Emissão inicial	Larissa	Vander
Rev.	Data	Elaboração	Modificação	Verificação	Coordenação

## SUMÁRIO

<b>1.0 - APRESENTAÇÃO</b> .....	<b>6</b>
<b>2.0 - MAPA DE SITUAÇÃO</b> .....	<b>8</b>
<b>3.0 - PLANTA DE LOCALIZAÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>4.0 - JUSTIFICATIVA DO EMPREENDIMENTO</b> .....	<b>12</b>
4.1 - Caracterização do Empreendimento .....	17
<b>5.0 - ESTUDO TOPOGRÁFICO</b> .....	<b>19</b>
5.1 - Introdução .....	20
5.2 - Execução dos Trabalhos .....	25
5.3 - Referências para Locação da Obra .....	26
<b>6.0 - ESTUDO GEOLÓGICO</b> .....	<b>27</b>
6.1 - Geomorfologia .....	28
6.2 - Geologia .....	30
6.3 - Pedologia .....	31
<b>7.0 - ESTUDO HIDROLÓGICO</b> .....	<b>34</b>
7.1 - Introdução .....	35
7.2 - Coleta de Informações .....	35
7.3 - Dados Gerais .....	39
7.4 - Dados Meteorológicos .....	40
7.5 - Parâmetros de Cálculo .....	41
7.8 - Período de Recorrência ou Retorno .....	53
7.9 - Dimensionamento das seções hidráulicas .....	53
<b>8.0 - PROJETO DE TERRAPLENAGEM</b> .....	<b>62</b>
8.1 - Considerações Gerais .....	63
8.2 - Procedimentos Executivos .....	63
8.3 - Equipamentos Mínimos para Execução .....	67
<b>9.0 - PROJETO DE DRENAGEM</b> .....	<b>72</b>
9.1 - Introdução .....	73
9.2 - Determinação das Vazões .....	73
9.3 - Disposição de curva .....	74
9.4 - Escavação de valas para assentamento dos tubos .....	74
9.5 - Assentamento da tubulação .....	75
9.6 - Rejuntamento .....	75
9.7 - Reaterro .....	76
9.8 - Drenagem Superficial .....	76
9.9 - Drenagem Urbana .....	76
<b>10.0 - PLANO DE EXECUÇÃO</b> .....	<b>78</b>

---

10.1 - Condições Gerais .....	79
10.2 - Fatores condicionantes .....	79
10.3 - Serviços Preliminares .....	81
10.4 - Escavação Mecânica .....	83
10.5 - Aterro Compactado.....	84
10.6 - Controle de Execução.....	85
10.7 - Responsabilidade pelos Serviços e Obras .....	87
10.8 - Obras de Drenagem .....	88
10.9 - Integração ao Meio Ambiente.....	90
<b>11.0 - ORÇAMENTO .....</b>	<b>91</b>
<b>12.0 - PROJETO DE EXECUÇÃO.....</b>	<b>101</b>
12.1 - Levantamento Topográfico.....	102
12.2 - Projeto Geométrico.....	106
12.3 - Projeto de Terraplenagem.....	117
12.4 - Croqui .....	127
12.5 - Relatório de Execução .....	134

## **1.0 - APRESENTAÇÃO**

## 1.0 - APRESENTAÇÃO

A empresa *Azimute Consultoria e Projetos de Engenharia* entrega nesta oportunidade o **Projeto Executivo para Limpeza e Desassoreamento do Rio Águas Vermelhas, trecho compreendido entre a Ponte da Rua XV de Novembro e a Foz do Rio Águas Vermelhas**, no município de Joinville/SC.

O projeto consiste na limpeza e desassoreamento do rio em toda a sua extensão, abrangendo 10,65 km, resultando em aproximadamente 492.000 m<sup>3</sup> de material a ser dragado/escavado. O trecho abrange os bairros: Vila Nova, Glória, São Marcos, Nova Brasília e Morro do Meio visando melhorar o fluxo das águas do rio Águas Vermelhas minimizando os problemas de alagamento na região.

O presente **Volume Único** foi elaborado em conformidade aos termos contratuais firmados com a Prefeitura Municipal de Joinville, cujas principais referências são:

- **Tomada de Preços nº:** 199/2013
- **Contrato:** 019/2014

O projeto é composto pelos volumes abaixo relacionados:

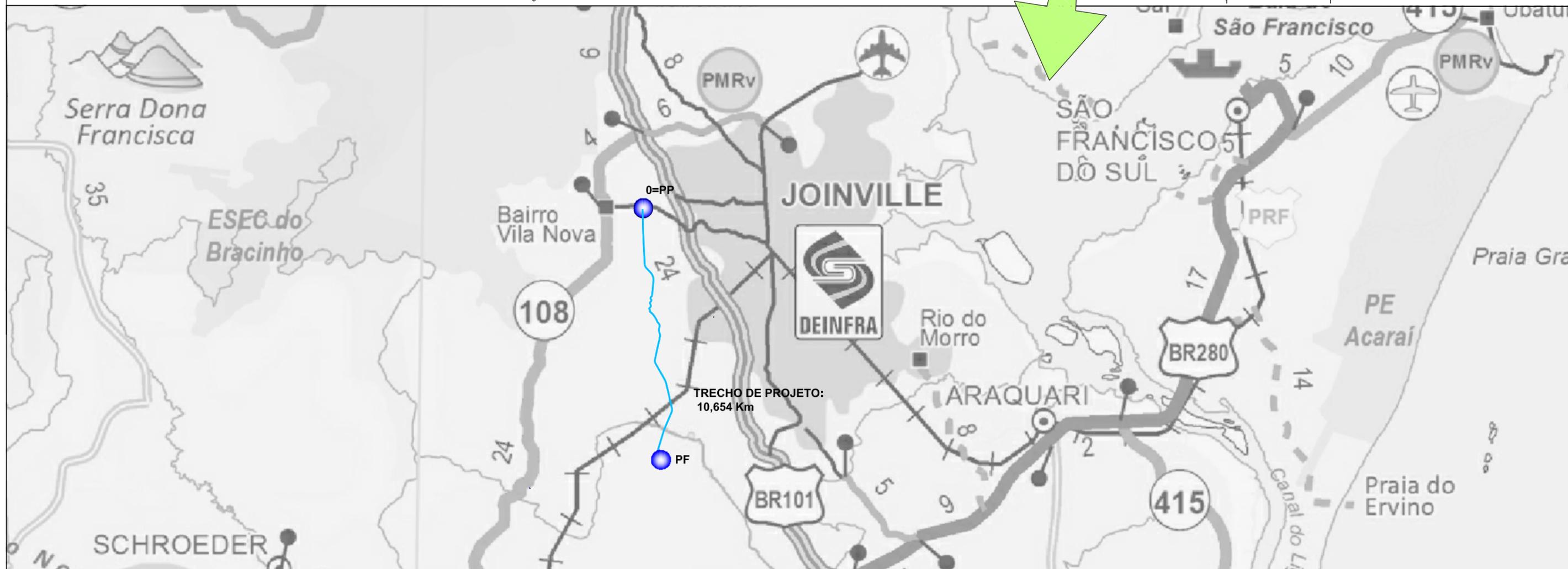
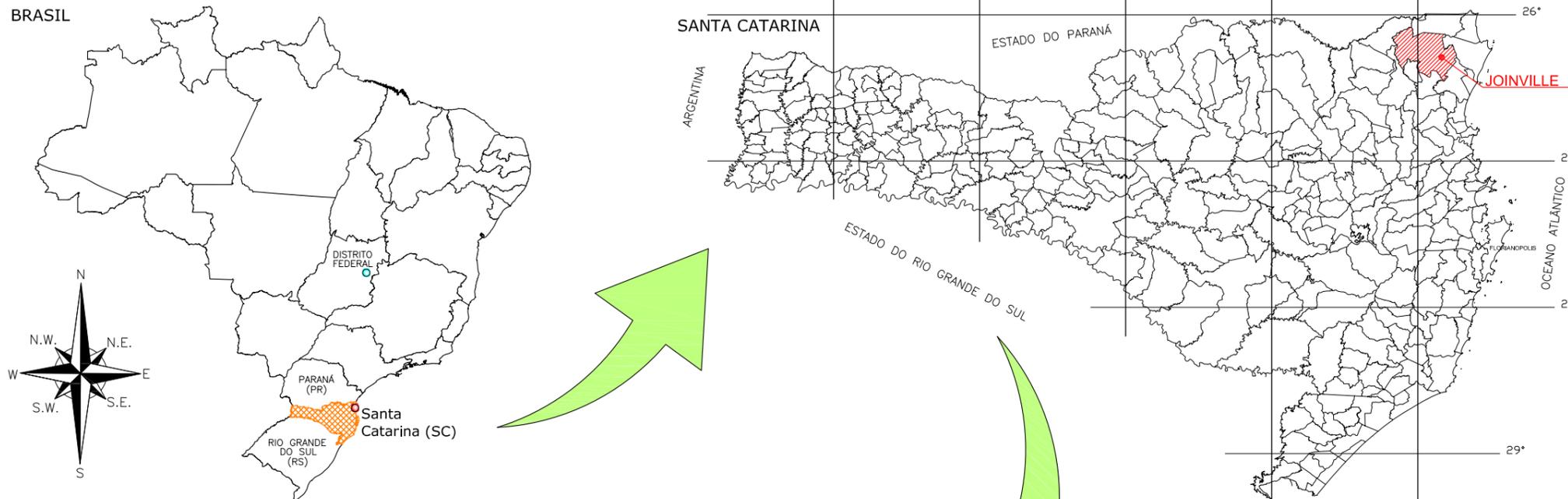
- **Volume Único:** Relatório do Projeto e Projeto de Execução;

AZIMUTE Consultoria e Projetos de Engenharia

Abril de 2015

## **2.0 - MAPA DE SITUAÇÃO**

MAPA DE SITUAÇÃO



A	OUT/2014	LAIS	APRESENTAÇÃO INICIAL	VANDER	VANDER
REV.	DATA	ELABORAÇÃO	MODIFICAÇÃO	VERIFICAÇÃO	COORDENAÇÃO

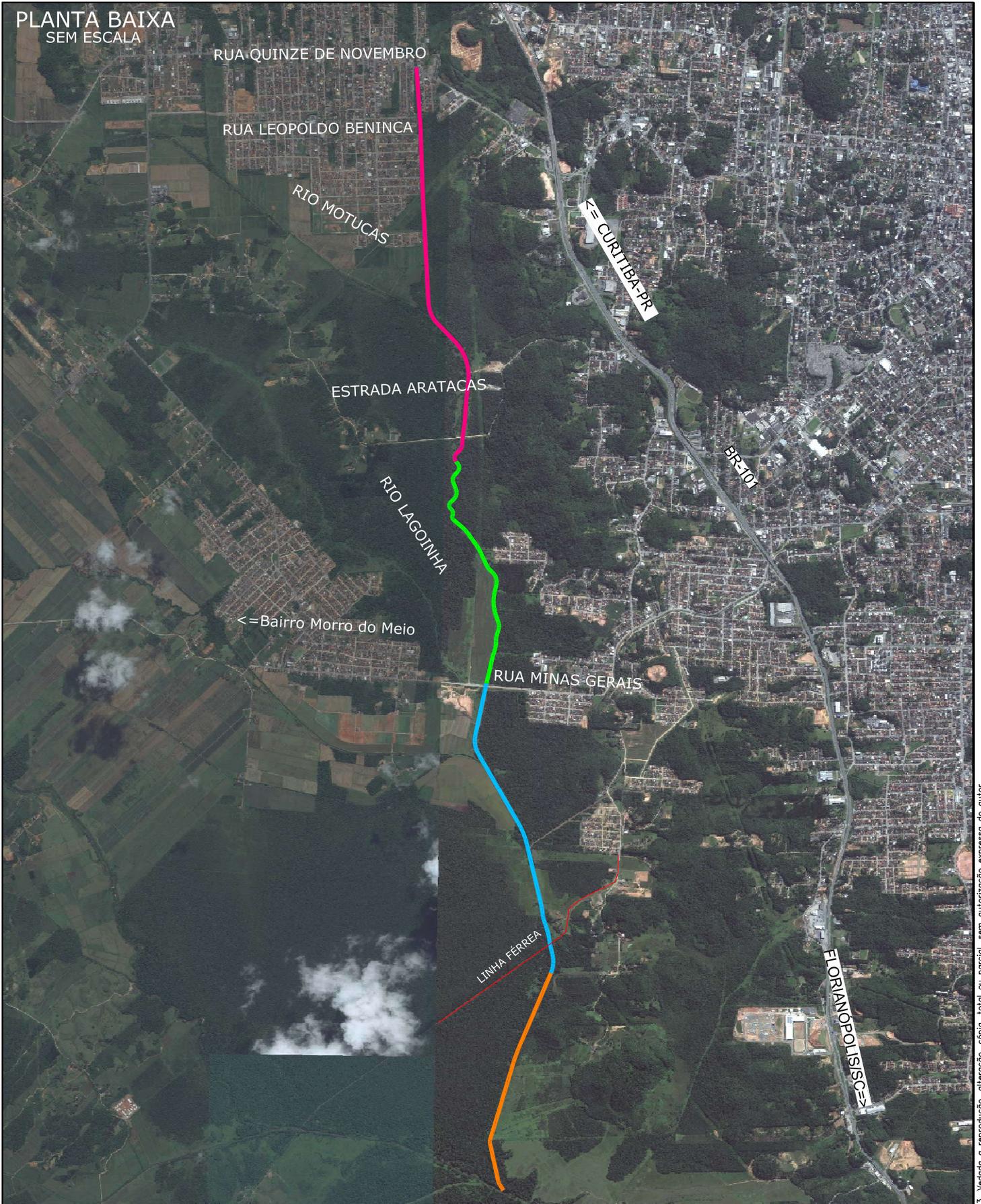
ELABORAÇÃO: **AZIMUTE** CONSULTORIA E PROJETOS DE ENGENHARIA  
www.azimute.eng.br (47) 3473-6777

CONTRATANTE: **MUNICÍPIO DE JOINVILLE**

PROJETO: <b>PROJETO EXECUTIVO PARA LIMPEZA E DESASSOREAMENTO DO RIO ÁGUAS VERMELHAS</b>		
LOCAL/TRECHO: RIO ÁGUAS VERMELHAS MUNICÍPIO DE JOINVILLE / SC		
CONTEÚDO: <b>MAPA DE SITUAÇÃO</b>		DATA: OUT/2014
CODIFICAÇÃO: <b>SIT-01714-01-01-A</b>		ESCALA: SEM ESCALA
EXTENSÃO/ÁREA: *****		PRANCHA: <b>01/01</b>
RESPONSÁVEL (CONTRATANTE): MUNICÍPIO DE JOINVILLE		RESPONSÁVEL TÉCNICO (AZIMUTE): ENG. ANTÔNIO CARLOS RAMUSKI CREA SC: 026.930-7

## **3.0 - PLANTA DE LOCALIZAÇÃO**

**PLANTA BAIXA**  
SEM ESCALA



REV.	DATA	ELABORAÇÃO	MODIFICAÇÃO	VERIFICAÇÃO	COORDENAÇÃO
A	OUT/2014	LAIS	APRESENTAÇÃO INICIAL	VANDER	VANDER
<b>NOTAS:</b> 01 - ESTE DESENHO CONTÉM INFORMAÇÕES ESPECÍFICAS À FINALIDADE QUE SE PROPÕE E NÃO DEVE SER UTILIZADO PARA OUTROS FINS SEM CONSULTAR O RESP. TÉCNICO.					
<b>LEGENDA:</b> — RIO ÁGUAS VERMELHAS — ETAPA 4 — RIO ÁGUAS VERMELHAS — ETAPA 3 — RIO ÁGUAS VERMELHAS — ETAPA 2 — RIO ÁGUAS VERMELHAS — ETAPA 1 — LINHA FÉRREA					

ELABORAÇÃO: **AZIMUTE** CONSULTORIA E PROJETOS DE ENGENHARIA  
 www.azimute.eng.br (47) 3473-6777

CONTRATANTE: **MUNICÍPIO DE JOINVILLE**

PROJETO: **PROJETO EXECUTIVO PARA LIMPEZA E DESASSOREAMENTO DO RIO ÁGUAS VERMELHAS**

LOCAL/TRECHO: RIO ÁGUAS VERMELHAS  
 MUNICÍPIO DE JOINVILLE / SC

CONTEÚDO: **PLANTA DE LOCALIZAÇÃO**  
 PLANTA BAIXA

CODIFICAÇÃO: **LCL-01714-01-01-A**

EXTENSÃO/ÁREA: INDICADA

RESPONSÁVEL (CONTRATANTE): **PMJ - PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE**

RESPONSÁVEL TÉCNICO (AZIMUTE): **ENG. ANTÔNIO CARLOS RAMUSKI**  
 CREA SC: 026.930-7

DATA: **OUT/2014**

ESCALA: **SEM ESCALA**

PRANCHA: **01/01**

## **4.0 - JUSTIFICATIVA DO EMPREENDIMENTO**

## 4.0 - JUSTIFICATIVA DO EMPREENDIMENTO

Em virtude de expressiva área do município (parte leste da cidade) ser categorizada como área de planície costeira e outras áreas localizarem-se próximas de pés de montanhas que fazem parte da Serra do Mar (parte oeste da cidade), verificou-se que com exceção dos afluentes do rio Cachoeira todos os demais rios da rede fluvial do município apresentam cabeceiras íngremes, onde intensas e sazonais precipitações, típicas de regiões de clima úmido, induzem ao fenômeno do esgotamento rápido e acumulativo, fato já registrado nas grandes cheias sazonais ocorridas nos anos de 1972 e 1995.

Pelo fato do município dispor de Estações Meteorológicas estrategicamente implantadas, com o passar dos anos a qualidade das informações coletadas melhorou, pois hoje se estima que a precipitação média anual observada nos últimos dez anos tem ficado próxima de 2.156,40 mm.

Esta melhoria técnica permite formular hipóteses, como a de que a ocorrência de chuvas com características de intensas precipitações poderiam ser resultantes de distúrbios climáticos que ocorrem na região, que se repetem ciclicamente num dado período de recorrência.

A região de Joinville por apresentar significativo potencial de recursos hídricos, se depara com o fenômeno de chuvas intensas prolongadas que combinadas com a presença de densa cobertura florestal remanescente, muitas vezes faz com que ocorram efeitos sinérgicos que afetam o sistema de drenagem natural, principalmente nas áreas de planície de inundação (caso do rio Águas Vermelhas).

No passado estes fenômenos afetavam apenas as áreas agrícolas e por isto os efeitos não eram fortemente sentidos, visto que nessa época as principais atividades se deviam ao trabalho de uma pequena população em sua maioria residente na área central da cidade.

Historicamente a ocupação e o uso do solo urbano no município processaram-se principalmente na direção norte/sul, mas também ocorreu na parte leste/oeste do município, em região de planície típica de processos aluvionais.

Sob o ponto de vista geográfico, nessas áreas hoje se desenvolvem atividades urbanas que se estabeleceram em altitudes que variam entre zero e vinte metros, inseridas num contexto geográfico de região de planície, onde o relevo local apresenta alguns morros de formas arredondadas, entre eles se destacando o Morro do Finder e o Morro da Boa Vista, ambos localizados próximos ao centro da cidade.

Na região em estudo, fatores como clima e vegetação definiram a predominância de processos químicos de intemperismo que pela visão da pedologia permitem classificar solos com características do tipo areno-silto-argilosa e argilo-arenosa, em sua maioria instáveis e sujeitos à erosão.

Particularmente o sistema hídrico da bacia do rio Pirai favoreceu e ainda favorece o intenso plantio de arroz irrigado, região onde esta atividade passou a ser responsável por 90% do cultivo de arroz no município.

Além da presença de rios e pequenos córregos naturais, ao longo dos anos (desde o início da colonização), a região de Vila Nova e da Estrada do Sul recebeu cerca de 50 km de valas de irrigação, para o incentivo de uma boa produção de arroz no município.

Observa-se que na região esta atividade agrícola hoje compete com o fenômeno da expansão urbana.

Tudo isto porque áreas utilizadas para rizicultura no passado cederam lugar para loteamentos urbanos, em particular áreas situadas ao longo da Rua XV de Novembro e laterais, Estradas dos Suíços, Rua Minas Gerais, Rua Bento Torquato da Rocha e região do Morro do Meio, hoje contendo um dos expressivos bairros da cidade de Joinville.

Entretanto se enfatiza a especificidade de que todos se encontram situados nas proximidades da planície de inundação ou áreas de várzeas do rio Motucas, do rio Lagoinha e do rio Águas Vermelhas.

Portanto, nos últimos anos a expansão urbana processou-se parcialmente sobre estas bacias, com a função residencial atingindo áreas de planícies inundáveis, onde no passado acumulavam águas pluviais.

Em virtude do crescimento urbano essas áreas de acumulação estão se tornando escassas e, ao não existir a ação de preservação, a nova população nelas instaladas passará a sofrer danos ocasionados por cheias sazonais.

Na sub-bacia do rio Águas Vermelhas e seus afluentes (rio Motucas, rio Lagoinha e rio Aratacas) hoje se localizam partes dos Bairros de Vila Nova, Morro do Meio, Nova Brasília, Santa Catarina, São Marcos, que se encontram interconectados às regiões frágeis e sensíveis de cheias sazonais como Jativoca, Estrada Blumenau, Rua Minas Gerais, Estrada Comprida, Estrada do Sul, Estrada Neudorf e Estrada do Salto.

A região onde o Rio Águas Vermelhas percorre sofre constantemente com problemas de alagamento. Estes problemas geram aspectos negativos para a região como a geração de perdas financeiras aos atingidos, decorrentes da perda materiais (impactos em residências, veículos automotivos, entre outros), e diminuição da valorização dos imóveis, além da ocorrência de impactos sociais, colocando em risco a vida da comunidade diretamente impactada e impactos sanitários tais como proliferação de vetores de doenças, contato da população local com a água contaminada; e impactos ao sistema viário local prejudicando acessibilidade. Nas Fotos 4.1 a 4.6 é possível verificar registros das inundações na região.

Com isso, o projeto em questão tem o objetivo de melhorar o fluxo das águas do rio Águas Vermelhas minimizando os problemas de alagamento na região.

Na Figura 4.1 é possível visualizar a mancha de inundação na região do projeto e no **MAPA – ÁREAS DE INUNDAÇÃO** é possível, também, verificar estas áreas.



**Figura 4.1** - Mancha de inundação no trecho do projeto.

Fonte: SIMGeo, 2014.



**Foto 4.1** - Inundação no Bairro Vila Nova.



**Foto 4.4** - Inundação no Bairro Vila Nova.



**Foto 4.2** - Inundação no Bairro Vila Nova.



**Foto 4.5** - Inundação no Bairro Vila Nova.



**Foto 4.3** - Inundação no Bairro Vila Nova.



**Foto 4.6** - Inundação no Bairro Vila Nova.

## 4.1 - Caracterização do Empreendimento

### 4.1.1 - Localização do Empreendimento

O trecho projetado para a limpeza e desassoreamento está compreendido entre a Rua XV de Novembro (Bairro Vila Nova) até o Rio Pirai (Zona Rural).

Na Tabela 4.1 seguem as coordenadas geográficas de três pontos:

Ponto 01: Travessia na Rua XV de Novembro;

Ponto 02: Travessia na Rua Minas Gerais;

Ponto 03: Encontro com o Rio Pirai.

**Tabela 4.1 - Coordenadas do trecho.**

Coordenadas Geográficas				
Ponto 01: Rua XV de Novembro	Latitude: - 26°17'17.28"S	Longitude: - 48°53'48.23"O	UTM (e): 710003.02643	UTM (n): 7090698.96896
Ponto 02: Rua Minas Gerais	Latitude: - 26°20'16.37"S	Longitude: - 48°53'22.70"O	UTM (e): 710621.26542	UTM (n): 7085175.71450
Ponto 03: Rio Pirai	Latitude: - 26°22'42.16"S	Longitude: - 48°53'14.37"O	UTM (e): 710778.77485	UTM (n): 7080685.04102

O trecho está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Pirai, Especificamente na sub bacia do Rio Águas Vermelhas.

### 4.1.2 - Características Técnicas do Empreendimento

A atividade a ser executada trata-se da limpeza e desassoreamento do Rio Águas Vermelhas com o objetivo de minimizar os problemas de inundação da região oeste.

O desassoreamento nada mais é do que a retirada do excesso de material do leito do rio, que obstruem e/ou dificultam a passagem das águas.

O projeto a ser executado inicia na Travessia com a Rua XV de Novembro no bairro Vila Nova, passando pela travessia com a Rua Minas Gerais (Foto 4.1), no qual possui licenciamento ambiental para um trecho e volume dragado menores, terminando então na foz do Rio Águas Vermelhas, junto ao Rio Pirai, totalizando 10,65 km.

O volume de material a ser dragado/ escavado será de aproximadamente 492.00,00 m<sup>3</sup>. Este material será encaminhado para áreas de bota-fora ao longo do trecho. Estas áreas estão indicadas no desenho TRP-01714-01-01-B, constante no capítulo 11.



**Foto 4.7** - Trecho licenciado – travessia com a Rua Minas Gerais.

Fonte: Azimute, 2013.

## **5.0 - ESTUDO TOPOGRÁFICO**

## 5.0 - ESTUDO TOPOGRÁFICO

### 5.1 - Introdução

Por meio do estudo topográfico é obtida a modelagem digital das áreas, de forma a permitir a correspondente definição da geometria do rio e fornecer todos os elementos topográficos inerentes à elaboração dos estudos e projetos, tais como: posicionamento de postes, dispositivos de drenagem, rios, córregos, redes de energia elétrica, cercas, etc., bem como linhas de interceptação do terreno por planos equidistantes, chamados tecnicamente de curvas de nível, enfim, tudo aquilo que interfere diretamente na concepção adotada pelo projetista na elaboração do projeto.

O estudo desenvolvido contemplou o levantamento topográfico planialtimétrico georreferenciado cadastral de toda a faixa de domínio do trecho em estudo e está descrito na sequência com toda a metodologia teórica envolvida nesse processo e os resultados alcançados ao longo do desenvolvimento dos trabalhos de campo e escritório.

#### 5.1.1 - Topografia

Topografia é a ciência que estuda todos os acidentes geográficos definindo a situação e a localização deles em qualquer posição. Tem a importância de determinar analiticamente as medidas de área e perímetro, localização, orientação, variações no relevo e ainda representá-las graficamente em cartas (ou plantas) topográficas.

A topografia atua em áreas relativamente pequenas da superfície da Terra, de modo que sejam representadas particularidades da área, como construções, rios, vegetação, rodovias e ferrovias, relevos, limites entre terrenos e propriedades e outros detalhes de interesse, em duas dimensões sobre os eixos Norte (Y) e Este (X), e argumentados por meio da altimetria (Z).

A superfície terrestre é constituída de curvatura e deformações, sendo o desafio cartográfico a representação desta num plano cartesiano. Isso é impossível de se fazer sem que ocorram distorções. E quanto maior a área representada, mais significativas são essas deformações. Como a topografia trata de áreas pequenas, o limite de atuação dela, o campo topográfico, é aquele em que seja possível desprezar o erro causado pela curvatura da Terra sem que haja prejuízo de precisão do levantamento topográfico. Esse campo depende da escala do trabalho, pois o erro de medida é limitado ao erro de reprodução e de acuidade visual.

A Topografia divide-se, basicamente, nas seguintes partes:

- Topometria, que trata da medição de distâncias e ângulos de modo que permita reproduzir as feições do terreno o mais fielmente possível, dentro das exigências da função a que se destina o levantamento topográfico produzido com essas informações. Ela subdivide-se, ainda, em planimetria e altimetria. Na primeira, são medidos os ângulos e distâncias no plano

horizontal, como se a área estudada fosse vista do alto. Na segunda, são medidos os ângulos e distâncias verticais, ou seja, as diferenças de nível e os ângulos zenitais. Nesse caso, os levantamentos elaborados são representados sobre um plano vertical, como um corte do terreno;

- Topologia, como subdivisão da topografia, é a parte que trata da interpretação dos dados colhidos através da topometria. Essa interpretação visa facilitar a execução do levantamento e do desenho topográfico, através de leis naturais do relevo terrestre que, quando conhecidas, permitem certo controle sobre possíveis erros, além de um número menor de pontos de apoio sobre o terreno;
- Taqueometria, a divisão que trata do levantamento de pontos de um terreno, in loco, de forma a se obter rapidamente plantas com curvas de nível, que permitem representar no plano horizontal as diferenças de níveis. Essas plantas são conhecidas como planialtimétricas;

A topografia é concebida através do trabalho em campo por intermédio das leituras e registros dos instrumentos ópticos e/ou digitais existentes no mercado de trabalho. A metodologia teórica, as normas técnicas e a legislação vigente se interagem com o dinâmico surgimento de novas tecnologias para que a representação da superfície seja cada vez mais clara, gerando um leque de informações aplicáveis na qualidade de vida e progresso de todos.

Os equipamentos utilizados neste estudo topográfico foram os descritos na sequência.

#### **a) Estação Total ou Taqueômetro**

Instrumento eletrônico utilizado na medida de ângulos e distâncias. A evolução dos instrumentos de medida de ângulos e distâncias trouxe como consequência o surgimento deste novo instrumento, que pode ser explicado como a junção do teodolito eletrônico digital com o distanciômetro eletrônico, montados num só bloco.

A estação total é capaz de armazenar os dados recolhidos e executar alguns cálculos mesmo em campo. Com uma estação total é possível determinar ângulos e distâncias do instrumento até pontos a serem examinados. Com o auxílio de trigonometria, os ângulos e distâncias podem ser usados para calcular as coordenadas das posições atuais (X, Y e Z) dos pontos examinados, ou a posição do instrumento com relação a pontos conhecidos, em termos absolutos.

A informação pode ser enviada para um computador e um software aplicativo irá gerar um mapa da área estudada.

### b) Prisma Refletor

A maioria dos instrumentos das estações totais mede ângulos através da varredura eletro-ótica de extrema precisão de códigos de barra digitais atados em cilindros ou discos de vidro rotativos dentro do instrumento. As estações totais de melhor qualidade são capazes de medir ângulos abaixo de 0,5". A típica estação total EDM pode medir distâncias com precisão de cerca de 0,1 milímetro, mas a maioria das aplicações requer precisão de 1,0 milímetro. Essas estações totais usam um prisma de vidro como refletor para o sinal EDM, e pode medir distâncias de até quilômetros, mas alguns instrumentos não possuem refletores e podem medir distâncias de objetos que estão distintos por cor, limitando-se a poucas centenas de metros.

### c) Nível Digital

O nível digital oferece aplicativos no instrumento de medição rápida de desnível e distância entre pontos de interesse da seção de nivelamento. Possui dispositivo de memória interna e saída para a interface com computadores, possibilitando o tratamento dos dados nos softwares adequados aos cálculos e demais aplicações. O equipamento calcula a diferença de cota e nível reduzido no instrumento instantaneamente, minimizando erros humanos e erros de leituras. Funciona sob a luz de iluminação pública, em lugares fechados e em túneis.

Possui precisão de 2,0 mm/km duplo de nivelamento e memória para 1000 pontos, utilizando-se de miras verticais com código de barras e/ou dispositivo de leitura analógica convencional.



**Figura 5.1** - Ilustração de uma Estação Total.



**Figura 5.2** - Ilustração de um Prisma Refletor.



**Figura 5.3** - Ilustração de um Nível Digital.

## 5.1.2 - Geodésia

Geodésia é a ciência que se ocupa da determinação da forma, das dimensões e do campo de gravidade da Terra.

As atividades geodésicas têm experimentado uma verdadeira revolução com o advento do Sistema de Posicionamento Global (GPS). A capacidade que este sistema possui de permitir a determinação de posições estáticas ou cinemáticas, aliando rapidez e precisão, é muito superior aos métodos clássicos de levantamento.

## 5.1.3 - Técnicas de Posicionamento GPS

Os métodos de posicionamento GPS encontram-se divididos em dois tipos: posicionamento por ponto (ou absoluto) e o relativo. O posicionamento absoluto tem como base as efemérides transmitidas e o ponto é determinado em relação ao sistema de referência vinculado ao GPS. No posicionamento relativo, uma posição é determinada com relação a um ou mais pontos de coordenadas conhecidas.

Pode-se ainda acrescentar que tanto no posicionamento por ponto, quanto no relativo, o objeto a ser posicionado pode estar em repouso ou em movimento, dando origem às denominações de posicionamento estático e cinemático.

### 5.1.3.1 - Posicionamento Relativo Estático

Neste tipo de posicionamento, dois ou mais receptores rastreiam, simultaneamente, os satélites visíveis por um período de tempo que pode variar de dezenas de minutos (20 minutos no mínimo) até algumas horas. Devido ao longo período de ocupação das estações, este método utiliza mais a fase de onda portadora cuja precisão é superior ao da pseudodistância, que só é utilizada no pré-processamento. Este método é o mais preciso e mais adequado para levantamentos geodésicos.

## 5.1.4 - DATUM e Sistemas de Projeção

Para representar as feições de uma superfície curva em uma superfície plana são necessárias formulações matemáticas chamadas de projeções. Diferentes projeções poderão ser utilizadas na elaboração de mapas. Dentre elas as projeções derivadas da Transversa de Mercator (TM). No Brasil a projeção mais utilizada é a Universal Transversa de Mercator (UTM).

A propriedade que mais se observa nos vários sistemas de projeção utilizados na prática, sendo esta pertencente ao grupo das mais utilizadas nas aplicações cartográficas, é a conformidade, que corresponde à manutenção da forma de áreas.

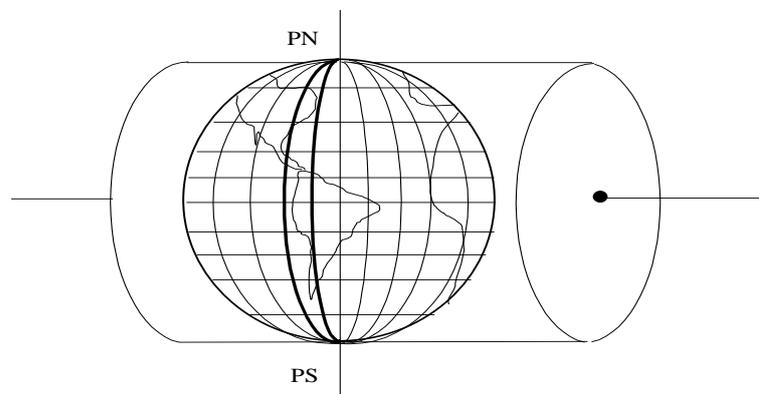
#### 5.1.4.1 - Sistema de Projeção UTM

O sistema de projeção UTM foi adotado pelo serviço de cartografia do exército dos Estados Unidos em 1947, para designar a projeção utilizada na elaboração em grande escala de mapas militares na segunda guerra mundial. Os mapas elaborados deveriam atender aos critérios específicos, discriminados a seguir:

- Conformidade (manter a forma), para minimizar erros direcionais;
- “Continuidade” das áreas cobertas, com um número mínimo de zonas;
- Erros de escala causados pela projeção sem exceder uma tolerância especificada;
- Referência única para o sistema de coordenadas planas para todas as zonas;
- Fórmulas de transformação de uma zona para outra uniforme, um elipsoide de referência;
- Convergência meridiana sem exceder cinco graus.

A União Geodésica e Geofísica Internacional (IUGG) recomendou, em 1951, essa projeção para ser aplicada no mundo inteiro. A recomendação foi seguida pelo Brasil a partir de 1955, quando foi adotada para o mapeamento sistemático nacional.

Este sistema utiliza como superfície de projeção um cilindro transverso e secante à superfície de referência, conforme Figura 5.4, sendo seu eixo ortogonal ao eixo de rotação da Terra. Para representar toda a superfície terrestre são utilizados 60 fusos de 6° de amplitude em longitude.



**Figura 5.4** - Cilindro secante à superfície do modelo geométrico adotado para a superfície terrestre.

Cada fuso recebe um número que vai de 1 a 60 de acordo com a Carta Internacional do Mundo ao Milionésimo, sendo contados a partir do Anti-Meridiano de Greenwich, ou seja, o primeiro fuso UTM situa-se entre os meridianos 180° e 174° W. Cada um destes fusos possui um meridiano central, que se localiza a 3° dos bordos dos mesmos.

Em relação à deformação sofrida, quando projetado um sistema de referência (SAD69 ou SIRGAS 2000), temos o chamado fator de escala K, que se trata de um coeficiente de deformação linear, que é a relação entre um comprimento na projeção (cilindro) e o seu correspondente no elipsoide. O fator de escala K, ou coeficiente de redução de escala, é variável conforme o

afastamento em relação ao Meridiano Central. As distâncias medidas no terreno, para serem projetadas, devem ser multiplicadas pelo fator correspondente à região onde está sendo efetuada a medida.

## **5.2 - Execução dos Trabalhos**

### **5.2.1 - Equipamentos Utilizados**

Estação Total do fabricante LEICA® modelo TC-407, Nível Digital da marca LEICA® modelo "200M", GPS System 1200 LEICA®, GPS Topcon Legacy-HGD e também prismas, bastões, tripés e trenas, todos devidamente calibrados e/ou aferidos e dentro dos padrões definidos pelo sistema da qualidade ISO 9001.

### **5.2.2 - Poligonação e Irradiação das Feições de Interesse**

Elaboração de uma poligonal de amarração de marcos e feições a serem cadastradas, com rigor técnico especificado por normas topográficas.

### **5.2.3 - Cadastro Técnico dos 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, edificações, bocas de lobo, tubulações, enfim, tudo aquilo que interfere diretamente na concepção adotada pelos projetistas na elaboração do projeto.

### **5.2.4 - Cadastramento dos Imóveis**

A informação dos imóveis lindeiros ao rio é importante no que diz respeito à verificação de testadas de cada lote para fins de desapropriação e no conhecimento dos níveis em relação ao rio objeto de projeto.

### **5.2.5 - Nivelamento e Contranivelamento do Eixo**

Tem por finalidade a verificação das cotas e a conferência deste cálculo na determinação dos níveis da área levantada.

### **5.2.6 - 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 do rio.

### 5.2.7 - 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 a área levantada.

### 5.3 - Referências para Locação da Obra

Os estudos topográficos apresentam-se georreferenciados ao Datum **SIRGAS 2000**, em coordenadas **UTM**. O Datum Vertical é baseado no Marco-42 da Prefeitura Municipal de Joinville e está implantado na calçada junto ao meio-fio na esquina entre as Ruas Paranaguá e Brasília, em frente a casa nº 634, no bairro Nova Brasília.

**Tabela 5.1** - Coordenadas planas topográficas e cotas dos marcos implantados.

VÉRTICE	Y (m)	X (m)	Z (m)
MR42	7.086.204,836	712.429,050	15,261

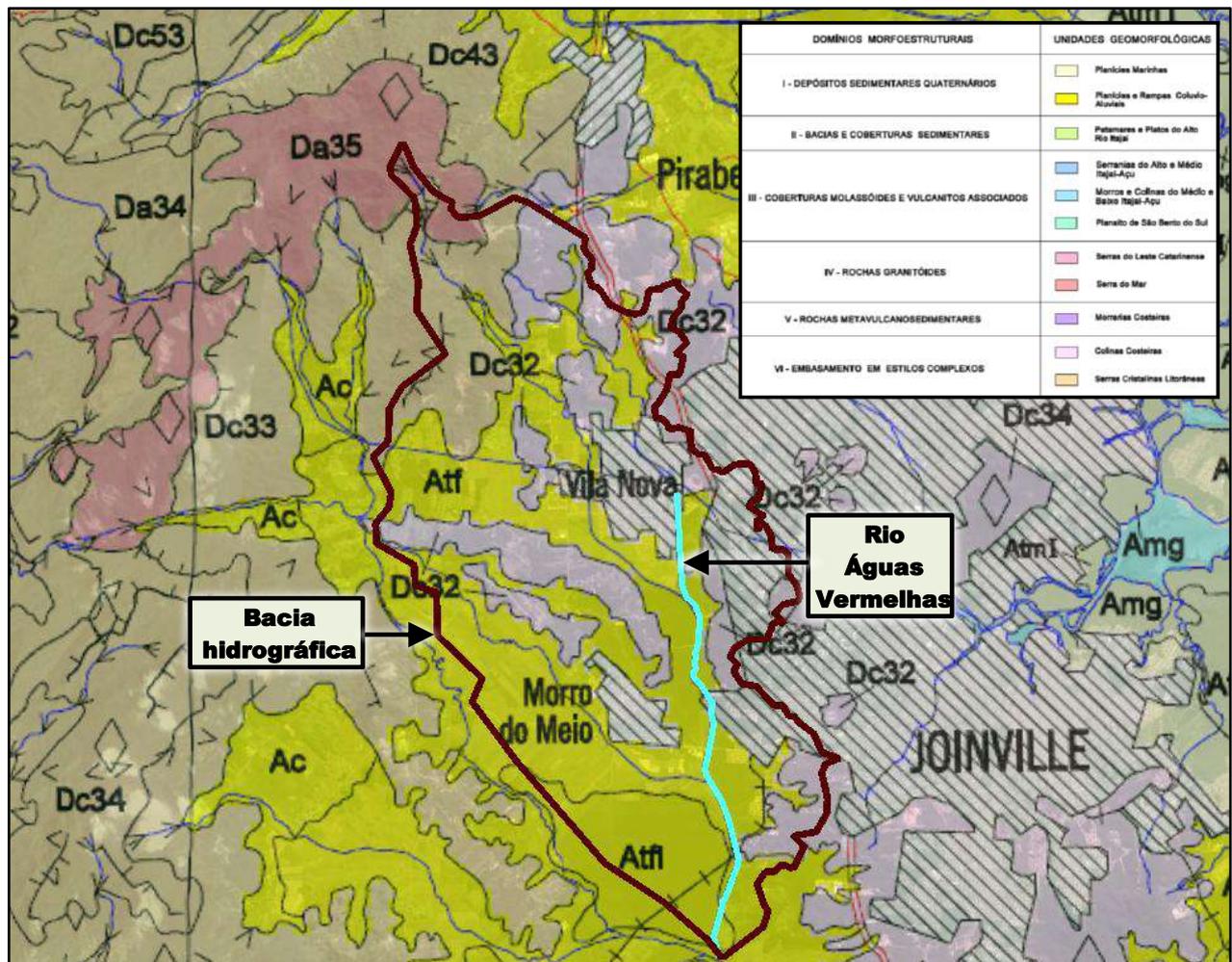
## **6.0 - ESTUDO GEOLÓGICO**

## 6.0 - ESTUDO GEOLÓGICO

### 6.1 - Geomorfologia

O trecho em análise do Rio Águas Vermelhas está inserido no domínio morfoestrutural dos Depósitos Sedimentares Quaternários, compreendendo a unidade geomorfológica denominada Planícies e Rampas Colúvio-Aluviais, conforme ilustrado na Figura 6.1.

Em relação à bacia hidrográfica, esta abrange as Planícies e Rampas Colúvio-Aluviais (Sedimentares Quaternários), bem como as unidades Colinas Costeiras e Serras Cristalinas Litorâneas (ambas no domínio do Embasamento em Estilos Complexos). Uma pequena porção do setor norte da bacia abrange a unidade Serras do Mar, dentro do domínio das Rochas Granitoides.



**Figura 6.1 - Geomorfologia da área em estudo.**

Fonte: Geomorfologia da Folha Joinville (SG.22-Z-B), esc. 1:250.000 (IBGE, 2004).

Os Depósitos Sedimentares Quaternários ocorrem por toda a fachada atlântica, sendo constituídos por planícies extensas e superfícies em forma de rampas, que se interiorizam pelos vales fluviais. São caracterizados pela alta suscetibilidade erosiva devido à sua composição areno-siltico-argilosa. As Planícies e Rampas Colúvio-Aluviais se caracterizam como um ambiente de transição entre o marinho e o continental.

O domínio morfoestrutural do Embasamento em Estilos Complexos abrange uma área com uma superfície extremamente irregular correspondente a mais antiga porção da crosta terrestre do sul do país, que compreende terrenos pré-cambrianos. As rochas caracterizam-se por um conjunto de minerais formados em condições metamórficas particulares que correspondem ao Complexo Luís Alves ou Complexo Granulítico de Santa Catarina. As Colinas Costeiras apresentam uma sucessão de morros e colinas de pequena amplitude altimétricas separadas por planos aluviais. As Serras Cristalinas Litorâneas correspondem a uma área de relevo montanhoso e escarpado.

O domínio morfoestrutural de Rochas Granitoides corresponde a uma série de rochas graníticas fortemente diferenciadas e com grande resistência ao intemperismo. Este domínio engloba a unidade geomorfológica Serra do Mar que se apresenta como um conjunto de cristas, picos, serra, montanhas e escarpas separadas por vales profundos em “V” com encostas de alta declividade. O condicionamento estrutural e complexidade tectônica deram origem a compartimentos que servem como divisores de drenagem para as bacias hidrográficas da vertente atlântica e para o interior.

Conforme ilustrado, a morfologia na bacia contempla, predominantemente, modelados de acumulação do tipo Terraço Fluvial (Atf) e Terraço Flúvio-Lacustre (Atfl).

Nas áreas de maiores cotas altimétricas observa-se modelados de dissecação de topos convexos (Dc), definida por uma média a fina densidade de drenagem e fraco a médio aprofundamento da mesma.

**Terraço Fluvial - Atf:** Acumulação fluvial de forma plana, levemente inclinada, apresentando ruptura de declive em relação ao leito do rio e às várzeas recentes situadas em nível inferior, entalhada devido às mudanças de condições de escoamento e conseqüente retomada de erosão.

**Terraço Flúvio-Lacustre - Atfl:** Acumulação fluviolacustre de forma plana, levemente inclinada, apresentando ruptura de declive em relação à bacia do lago e às planícies fluviolacustres mais recentes situadas em nível inferior, entalhada devido às variações de nível da lâmina de água provocadas por mudanças de condições de escoamento ou perda por evaporação e conseqüente retomada de erosão.

## 6.2 - Geologia

Através do mapa geológico ilustrado na Figura 6.2, observam-se as seguintes unidades geológicas na área em estudo:

- **Ala: Complexo Luís Alves**

Era: Arqueano. Domínio do Complexo Granulítico de Santa Catarina.

Gnaisses granulíticos ortoderivados, de composição cálcio-alcálica predominantemente básica, com porções restritas de formações ferríferas e paragneisses indiferenciados.

- **QHa: Sedimentos aluvionares fluviais**

Era: Cenozoico. Sedimentos holocênicos.

Cascalheiras, areias e sedimentos siltico-argilosos.

- **QHfl: Sedimentos flúvio-lagunares**

Era: Cenozoico. Sedimentos holocênicos.

Sedimentos argilo-arenosos cobertos por matéria orgânica.

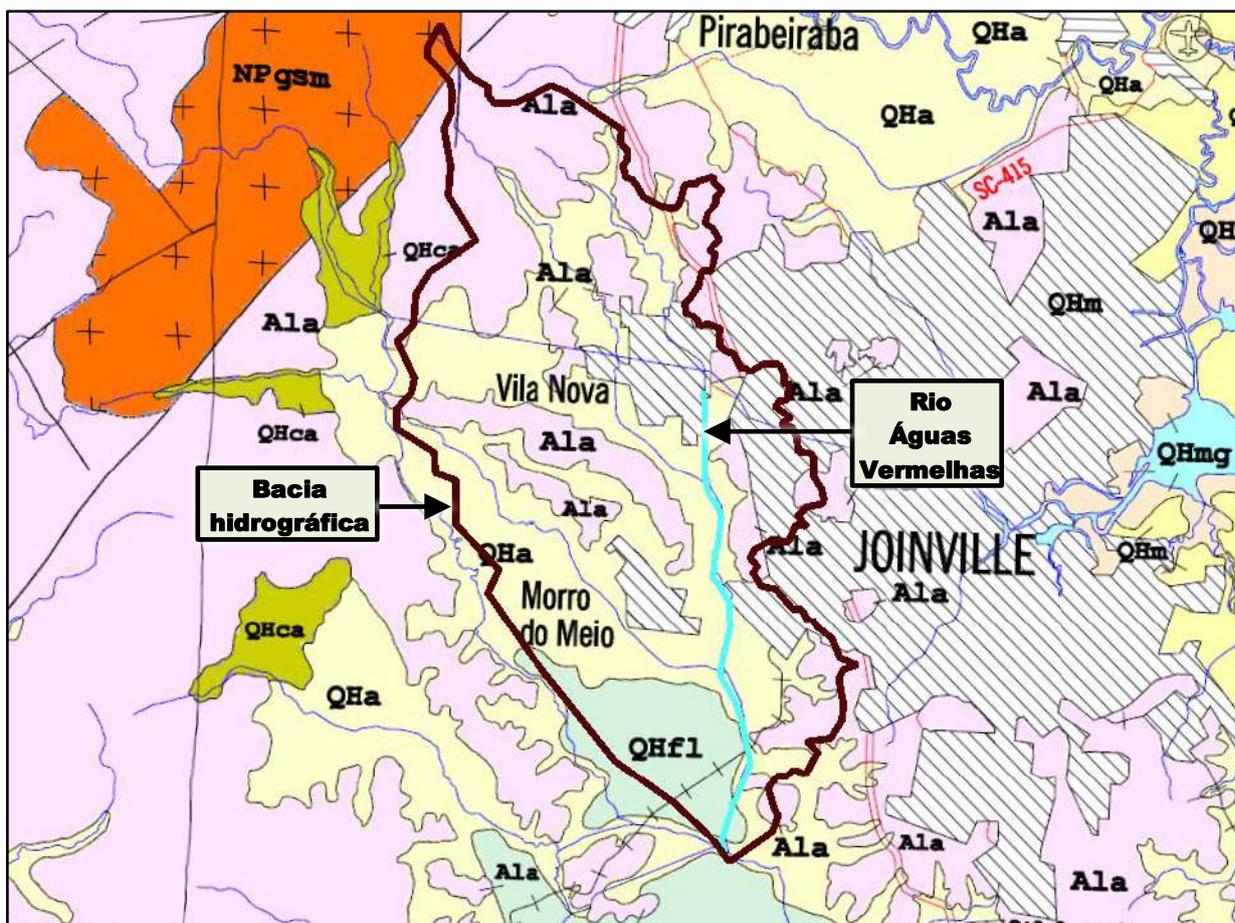


Figura 6.2 - Geologia da área em estudo.

Fonte: Geologia da Folha Joinville (SG.22-Z-B), esc. 1:250.000 (IBGE, 2004).

A grande maioria das áreas pertencentes ao Complexo Granulítico Santa Catarina é constituída por gnaisses granulíticos, variando de leucocráticos a mesocráticos, compostos de quartzo e feldspatos, além de piroxênio e biotita. Caracteriza-se por produzir rochas de cor cinza ou acinzentadas e tonalidades variando do esverdeado ao azulado. Observam-se como características locais variedades graníticas, principalmente de injeção, migmatíticas e sem foliação, gnaisses formados por cálcio e sílica, riolitos-gnaisses granulíticos e estruturas lenticulares quartzíticas.

Os Sedimentos Holocênicos caracterizam-se por sua pouca ou nenhuma consolidação, geralmente observados em superfícies planas de baixas cotas, próximo a leitos de rios e cursos d'água.

### 6.3 - Pedologia

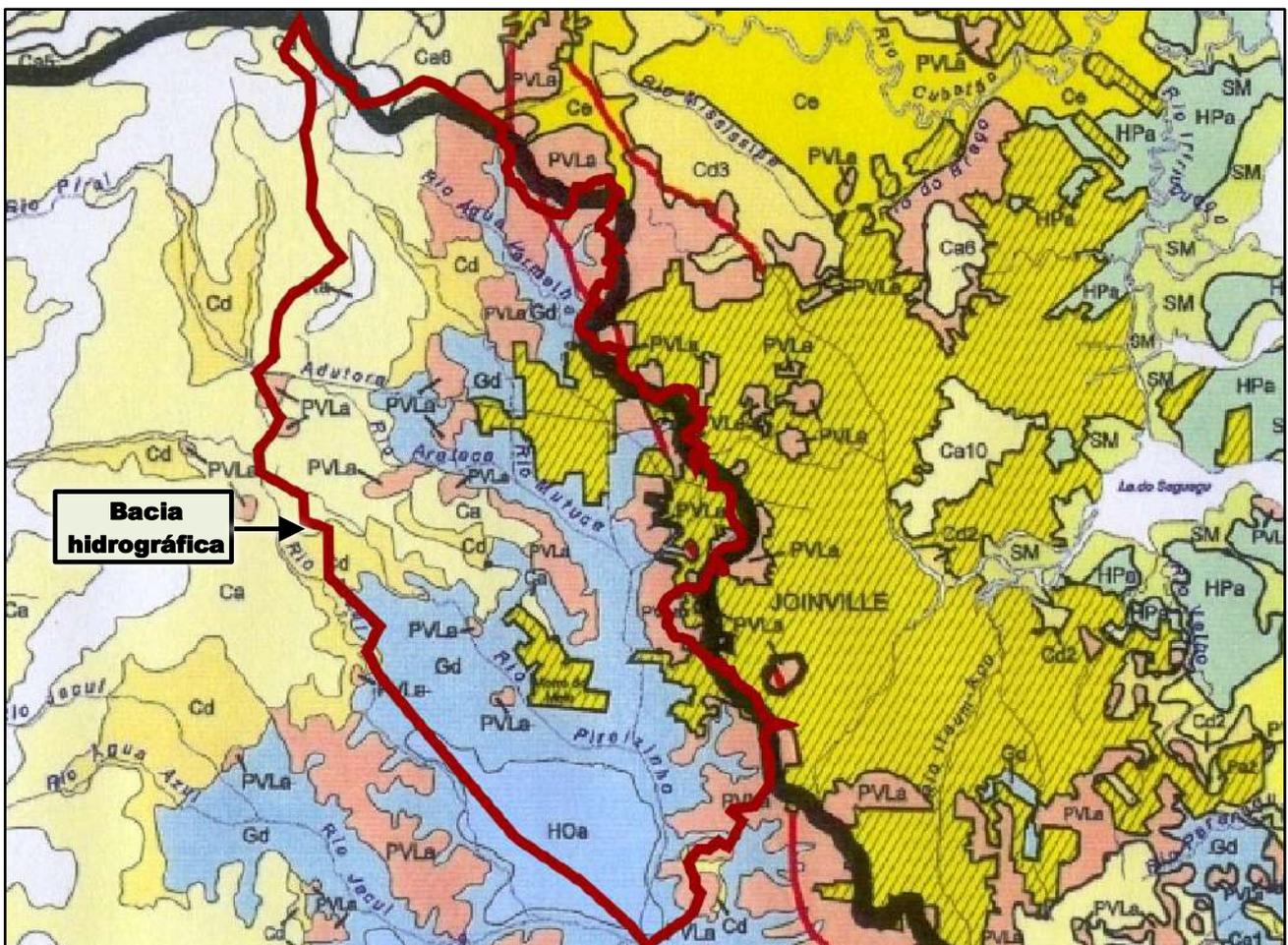


Figura 6.3 - Pedologia da área em estudo.

Fonte: Prefeitura Municipal de Joinville.

Através do mapa pedológico recebido pela Prefeitura Municipal de Joinville e ilustrado na Figura 6.3, observam-se as seguintes unidades na área em estudo: **Ca** (Cambissolo álico), **Cd** (Cambissolo distrófico), **PVLa** (Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico álico), **Gd** (Gleissolo distrófico) e **HOa** (Solos Orgânicos álicos).

▪ **Solo Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico (PVLa)**

Esta classe é constituída por solos minerais, não hidromórficos, álicos (altos teores de alumínio), com horizonte B textural (caracterizado por considerável incremento de argila proveniente do horizonte A), intermediários para Latossolo Vermelho-Amarelo. Possui maior profundidade e menor gradiente textural que os Podzólicos Vermelho-Amarelos. A cerosidade quando presente é fraca e o grau de desenvolvimento da estrutura é fraco ou moderado. Apresenta sequência de horizontes A, Bt e C, ocorrendo em áreas rebaixadas, com altitudes em torno de 15 a 100 metros e relevo variando de ondulado a forte ondulado. São solos moderadamente profundos a profundos, bem drenados.

Na nova classificação de solos proposta pela EMBRAPA, correspondem aos **Argissolos**.

▪ **Cambissolo Álico, Distrófico (Ca, Cd)**

Compreende solos minerais, não hidromórficos, com B incipiente, definido pelo baixo gradiente textural. Apresenta sequência de horizontes A, Bi (incipiente) e C, com variações quanto à profundidade, cor, textura e estrutura. A textura dos cambissolos presentes nos modelados de dissecção é argilosa, porém nas áreas mais íngremes aparece uma fase ligeiramente pedregosa. Nas áreas de deposição, como terraços flúvio-lacustres, o cambissolo apresenta textura também argilosa.

Na nomenclatura atual também são chamados de **Cambissolos**.

▪ **Gleissolos (Gd)**

Caracterizam-se como solos minerais, hidromórficos, mal drenados, medianamente profundos e caracterizados pela presença de um horizonte glei dentro dos primeiros 60 cm de profundidade. A sequência de horizontes é do tipo A e Cg, sendo que frequentemente é observado nesta classe de solos um gradiente textural bem pronunciado, porém não suficiente para caracterização de mudança textural abrupta. São localizados em áreas de relevo plano, margeando rios, ou em locais deprimidos, sujeitos a inundações frequentes.

---

- **Solos Orgânicos Álicos (HOa)**

São solos pouco desenvolvidos, de constituição orgânica, resultante da progressiva acumulação de restos de vegetais em ambientes mal drenados. Desta forma, a água impede a oxidação rápida e atua conservando os resíduos vegetais, que vão lentamente se decompondo em produtos orgânicos transformados. A maioria destes solos possui 40 cm ou mais de espessura e uma coloração preta ou cinza escura. Os solos predominantes desta classe apresentam horizonte superficial de coloração escura seguido de camadas orgânicas constituídas de resíduos vegetais em grau variáveis de decomposição. Originam-se de sedimentos paludais e lacustres do Holoceno e ocorrem em áreas planas, sujeitas a inundações frequentes, tendo em vista sua posição em áreas baixas e o lençol freático que se encontra próximo à superfície durante maior parte do ano. São solos extremamente ácidos e mal drenados.

Na nova nomenclatura, correspondem aos **Organossolos**.

## **7.0 - ESTUDO HIDROLÓGICO**

## 7.0 - ESTUDO HIDROLÓGICO

### 7.1 - Introdução

O objetivo do estudo hidrológico está fundamentalmente ligado à definição dos elementos necessários ao estudo da vazão no Rio Águas Vermelhas, com o intuito de calcular as seções a serem adotadas para o desassoreamento e alagamento, entre a XV de Novembro até a sua foz (junto ao Rio Pirai).

### 7.2 - Coleta de Informações

O Município de Joinville está localizado ao nordeste do estado de Santa Catarina, fazendo divisa com os municípios de São Francisco do Sul, Itapoá, Garuva, Campo Alegre, Schroeder, Guaramirim e Araquari e está situado no planalto norte. Possui 1.146,873 km<sup>2</sup> de território e 510.288 habitantes (IBGE, 2010) e faz parte da Mata Atlântica.

#### 7.2.1 - Classificação Climática

O clima da região em estudo faz parte do Grupo C (mesotérmico), pertence ao tipo úmido (f), sem estação seca distinta do subtipo A (verão quente característico de zona litorânea onde as temperaturas médias dos meses mais quentes estão acima de 22° C). A região em estudo está, portanto, localizada na região Cfa. A Figura 7.1 representa a classificação climática do estado de Santa Catarina.

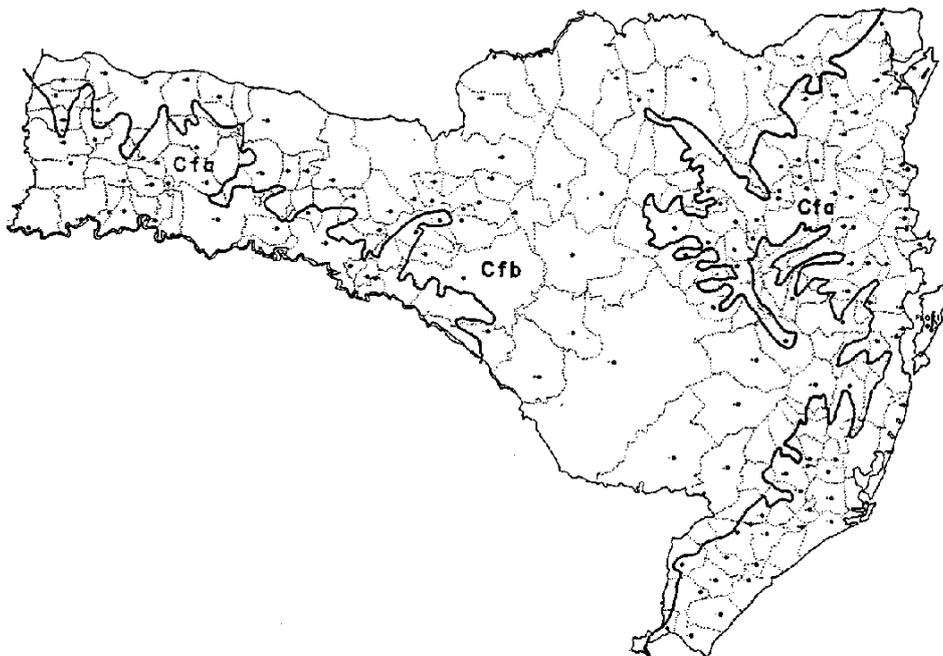


Figura 7.1 - Classificação climática de Koeppen para Santa Catarina.  
Fonte: Empasc.

## 7.2.2 - Hidrografia

A hidrografia do estado de Santa Catarina é representada por dois sistemas independentes de drenagem: o sistema integrado da vertente do interior (bacia do Prata) comandado pelas bacias dos rios Paraná e Uruguai e o sistema da vertente do Atlântico formado por um conjunto de bacias isoladas.

A Serra Geral e a do Mar são os grandes divisores das águas que drenam para os rios Uruguai e Iguaçu (vertente do interior) e das que se dirigem para o litoral catarinense, no oceano Atlântico. A Figura 7.2 ilustra a rede Hidrográfica da Santa Catarina.

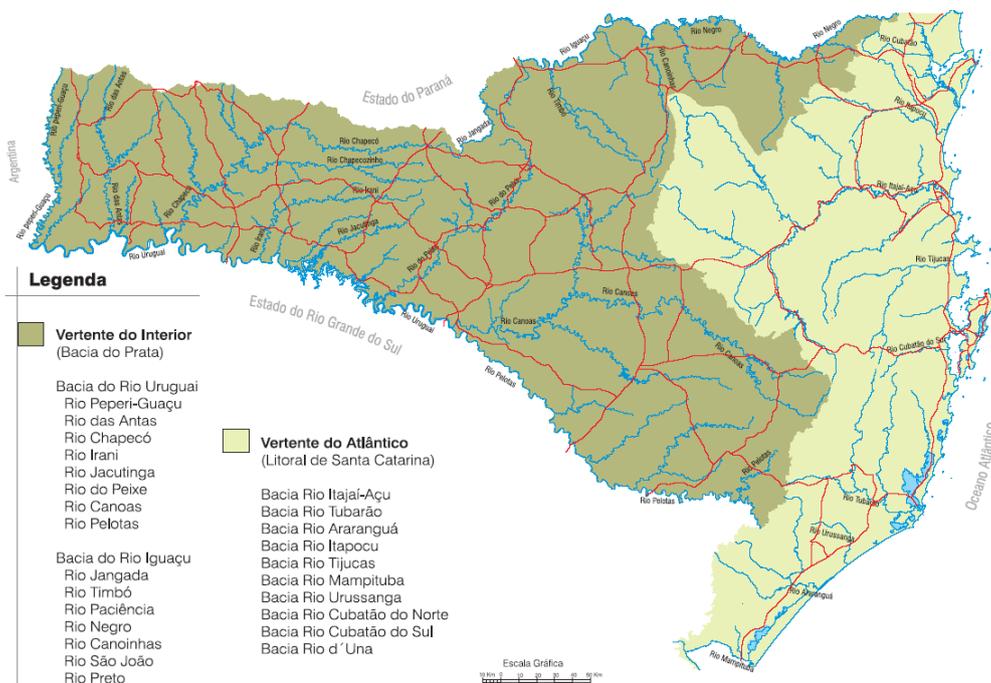


Figura 7.2 - Rede Hidrográfica de Santa Catarina.  
Fonte: Atlas de Santa Catarina, 2008

O município de Joinville em SC está inserido na região hidrográfica RH-06 do estado de Santa Catarina (Baixada Norte), conforme ilustra a Figura 7.3.



Figura 7.3 - Regiões hidrográficas de Santa Catarina.

A região de Joinville apresenta um grande potencial em recursos hídricos, proporcionado pela combinação das chuvas intensas com a densa cobertura florestal remanescente. A hidrografia é fortemente influenciada por aspectos estruturais e geomorfológicos. A rede de drenagem natural da região apresenta formato dentrítico, com leitos encachoeirados e encaixados em vales profundos, com vertentes curtas nos cursos superior e médio.

Nas planícies de inundação a hidrografia apresenta baixa declividade e grande sinuosidade natural. O ordenamento hidrográfico do município é constituído por sete unidades de planejamento e gestão dos recursos hídricos:

- Bacia Hidrográfica de Rio Palmital;
- Bacia Hidrográfica do Rio Cubatão do Norte;
- Bacia Hidrográfica do Rio Pirai;
- Bacia Hidrográfica do Rio Itapocuzinho;
- Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira;
- Bacias Hidrográficas Independentes da Vertente Leste;
- Bacias Hidrográficas Independentes da Vertente Sul.

A Figura 7.4 mostra as Bacias Hidrográficas de Joinville.

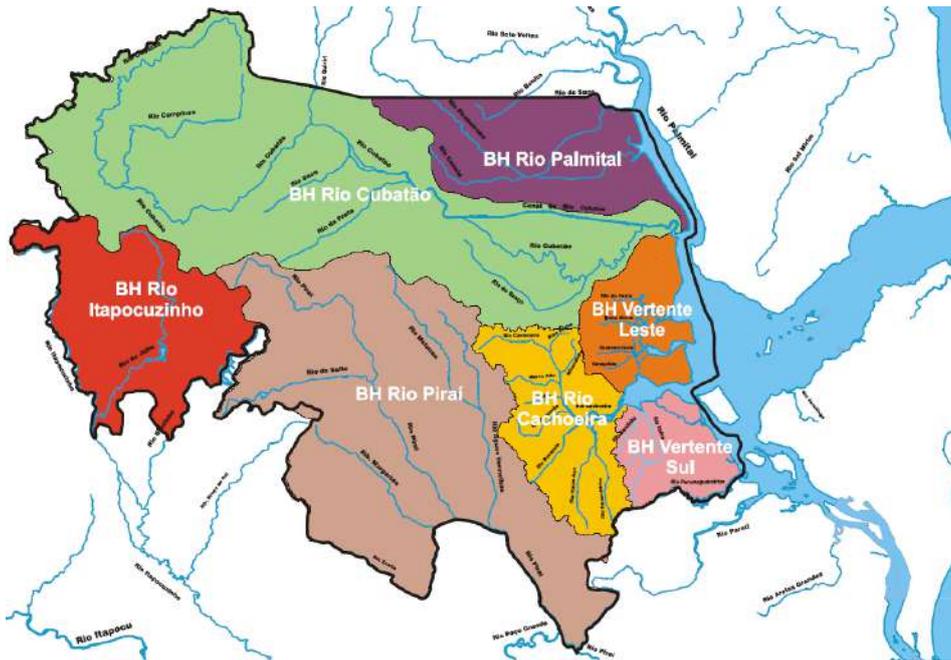


Figura 7.4 - Bacias Hidrográficas de Joinville  
Fonte: IPPUJ, 2009.

O projeto em questão está inserido na bacia hidrográfica do Rio Pirai.

### 7.2.3 - Temperatura

Na região do município Joinville em SC o clima é mesotérmico úmido com temperatura média anual de 22°C, temperatura mínima de 10°C no inverno e máxima de 40°C no verão. A Figura 7.5 ilustra as temperaturas médias anuais em Santa Catarina.

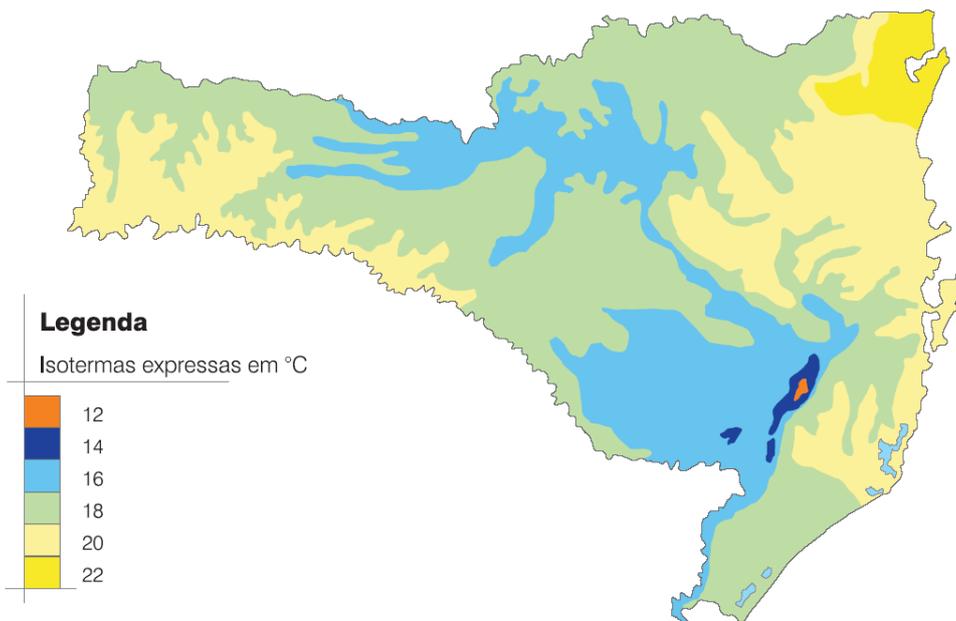


Figura 7.5 - Temperaturas médias anuais em Santa Catarina.  
Fonte: Atlas de Santa Catarina, 2008.

### 7.2.4 - Pluviometria

O índice pluviométrico médio anual é de 2.200mm. A Figura 7.6 ilustra a precipitação total anual em Santa Catarina.

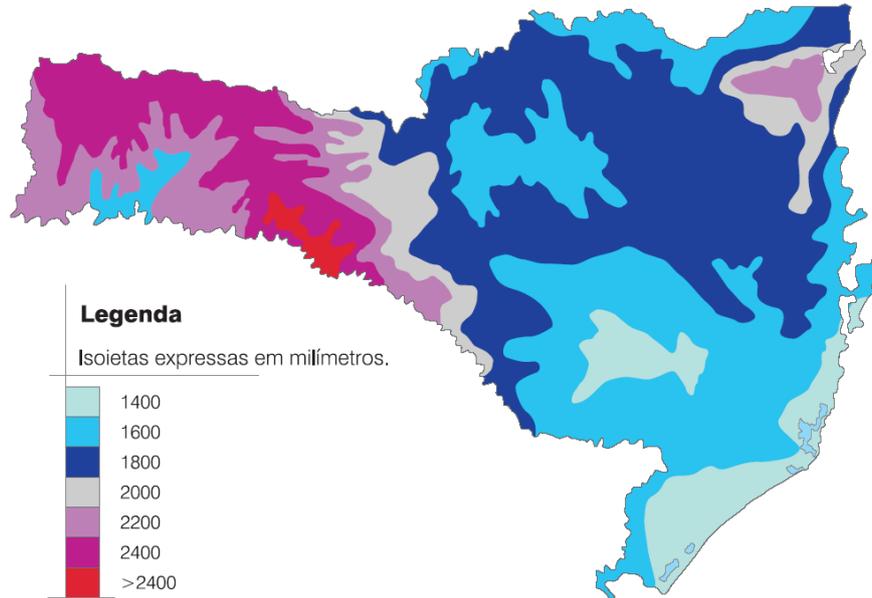


Figura 7.6 - Precipitação total anual em Santa Catarina.  
Fonte: Atlas de Santa Catarina, 2008.

### 7.3 - Dados Gerais

Visando caracterizar o comportamento pluviométrico e sua influência sobre a área 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, detalhadas nas Tabelas 7.1 (Udesc-Univille) e 7.2 (RVPSC). A primeira estação é ilustrada na Figura 7.7. Para definição das dimensões das bacias hidrográficas, foram utilizadas cartas do IBGE e aerofotogramétrico de Joinville.

**Tabela 7.1 - Estação UDESC - UNIVILLE**

Código:	02648036
Nome:	Joinville - Univille
Bacia:	Atlântico, trecho sudeste (8)
Sub-bacia:	Rios Nhundiaquara, Itapocu, ... (82)
Rio:	Rio Cubatão
Altitude:	-
Período de observação:	1996 a 2004

Fonte: ANA (2006)

**Tabela 7.2 - Estação RVPSC**

Código:	02648014
Nome:	Joinville (RVPSC)
Bacia:	Atlântico, trecho sudeste (8)
Sub-bacia:	Rios Nhundiaquara, Itapocu, ... (82)
Rio:	Nhundiaquara, Itapocu
Altitude:	6m
Período de observação:	1938 a 2002

Fonte: ANA (2006)



Figura 7.7 - Estação meteorológica (Udesc-Univille) em Joinville - SC.

## 7.4 - Dados Meteorológicos

As Tabelas 7.3 e 7.4 mostram os dados do laboratório de meteorologia da Univille, de informações de precipitações em Joinville com período de observação de 18 anos, de 1996 a 2013.

**Tabela 7.3 - Precipitação mensal de 1996 a 2004 (em mm).**

ANO	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Jan	418,00	364,60	492,80	458,70	379,10	277,20	340,10	294,50	231,20
Fev	281,50	169,30	487,70	382,50	262,90	599,40	122,30	294,10	239,90
Mar	428,50	193,30	300,40	319,10	116,70	419,40	273,20	228,20	128,70
Abr	126,00	23,80	226,20	104,50	12,10	173,60	145,40	54,90	213,10
Mai	17,30	95,80	27,70	99,50	18,40	192,30	95,90	52,90	130,10
Jun	251,00	76,90	77,20	96,00	62,10	193,40	67,50	83,50	60,90
Jul	165,00	70,00	160,20	280,70	51,40	181,40	56,70	69,30	175,30

Ago	65,00	152,40	447,70	26,90	55,20	48,80	104,00	34,10	48,80
Set	221,70	146,80	154,30	167,80	195,10	247,30	215,80	113,00	138,00
Out	127,60	450,50	307,10	174,10	159,50	219,20	174,30	77,40	129,90
Nov	131,60	451,40	125,10	267,80	198,50	144,80	174,30	99,90	110,60
Dez	237,80	162,70	242,00	188,60	165,50	98,50	223,10	218,10	226,80
Média	205,92	196,46	254,03	213,85	139,71	232,94	166,05	134,99	152,78
Soma	2471,00	2357,50	3048,40	2566,20	1676,50	2795,30	1992,60	1619,90	1833,30

Fonte: Laboratório de meteorologia da Univille.

**Tabela 7.4 - Precipitação mensal de 2005 a 2013 (em mm).**

ANO	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Jan	437,90	280,30	335,90	478,40	404,00	616,60	502,90	303,14	137,80
Fev	80,20	300,20	256,20	415,50	269,70	298,00	287,60	243,70	254,80
Mar	147,70	225,90	184,70	274,30	350,80	494,40	571,60	68,90	193,30
Abr	175,30	113,20	112,00	185,50	81,60	258,80	138,95	233,10	96,00
Mai	121,90	22,90	220,00	81,60	55,30	159,90	47,90	114,20	115,60
Jun	76,60	26,30	21,90	95,80	77,10	141,50	94,50	261,40	376,90
Jul	159,10	48,30	76,50	26,80	244,90	145,90	181,40	205,90	95,80
Ago	189,50	52,40	58,10	110,60	159,10	94,90	341,40	27,60	
Set	248,80	150,10	107,80	127,60	347,50	52,40	161,40	109,50	
Out	210,50	121,10	162,50	382,60	152,80	187,80	235,20	173,30	
Nov	209,10	448,60	174,30	974,30	166,10	299,40	147,30	223,20	
Dez	119,20	118,90	299,10	143,90	166,10	248,40	313,00	325,70	
Média	181,32	159,02	167,42	274,74	206,25	249,83	251,93	190,80	181,46
Soma	2175,80	1908,20	2009,00	3296,90	2475,00	2998,00	3023,15	2289,64	1270,20

Fonte: Laboratório de meteorologia da Univille

## 7.5 - Parâmetros de Cálculo

Para o estudo hidrológico foram adotados parâmetros de cálculo fornecidos pela Unidade de Drenagem da Prefeitura Municipal de Joinville, baseado nos estudos citados e demonstrados a seguir.

### 7.5.1 - Equação de Chuva para Microdrenagem

Equação da chuva para área urbana de Joinville (bacias hidrográficas com 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

Onde:

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

### 7.5.2 - Equação de Chuva para Macrodrenagem

Equação da chuva para área urbana de Joinville (Macrodrenagem)

$$i = \frac{641,7 \times T^{0,2290}}{(t + 8,8)^{0,6859}} \quad \text{para } t \leq 120 \text{ min}$$

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

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.

### 7.5.3 - Tempo de Concentração

Para o cálculo do tempo de concentração foi utilizada a fórmula do DNOS que leva em consideração a bacia hidrográfica. Segundo esta diretriz, o tempo de concentração das bacias é calculado da seguinte forma:

$$tc = \frac{10}{K} \frac{A^{0,3} L^{0,2}}{i^{0,4}}$$

Onde:

- $tc$  - tempo de concentração, em minutos;
- $A$  - área bacia em ha;
- $L$  - comprimento do talvegue principal, em m;

- $i$  - declividade do talvegue principal em %;
- $K$  - coeficiente adimensional dependente das características da bacia (ver Tabela 7.5).

**Tabela 7.5 - Coeficiente K para a fórmula DNOS**

CARACTERÍSTICAS	K
Terreno areno-argiloso coberto de vegetação intensa, absorção elevada	2
Terreno argiloso coberto de vegetação, absorção média apreciável	3
Terreno argiloso coberto de vegetação, absorção média	4
Terreno com vegetação média, pouca absorção	4,5
Terreno com rocha, vegetação escassa, absorção baixa	5
Terreno rochoso, vegetação rala, absorção reduzida	5,5

## 7.6 - Determinação das Características Fisiográficas da Bacia

Para a delimitação da bacia foram realizadas consultas as cartas do IBGE de Joinville e região, Aerofotogramétricos da área urbana de Joinville e complementando estas informações tiveram visitas a campo e consulta aos projetos e documentação de microdrenagem e macrodrenagem das ruas da região em estudo. Dentre as cartas utilizadas do IBGE, citamos as seguintes:

- Joinville - SG-22-Z-B-II-3 MI-2870/3
- Jaraguá do Sul - SG-22-Z-B-I-4 MI-2869/4
- São Miguel SG-22-Z-B-I-2 MI-2869/2
- Garuva - SG-22-Z-B-II-1 MI-2870/1

Posteriormente foram delimitadas as sub-bacias, identificadas as vertentes, obtidas as suas áreas e a extensão do talvegue principal da vertente.

Para isso, adotou-se a separação em cinco trechos para o cálculo da seção conforme o posicionamento das pontes existentes, esses trechos estão descritos a seguir:

Trecho 01 = Da Rua XV de Novembro à Rua Leopoldo Beninca (Binário do Vila Nova);

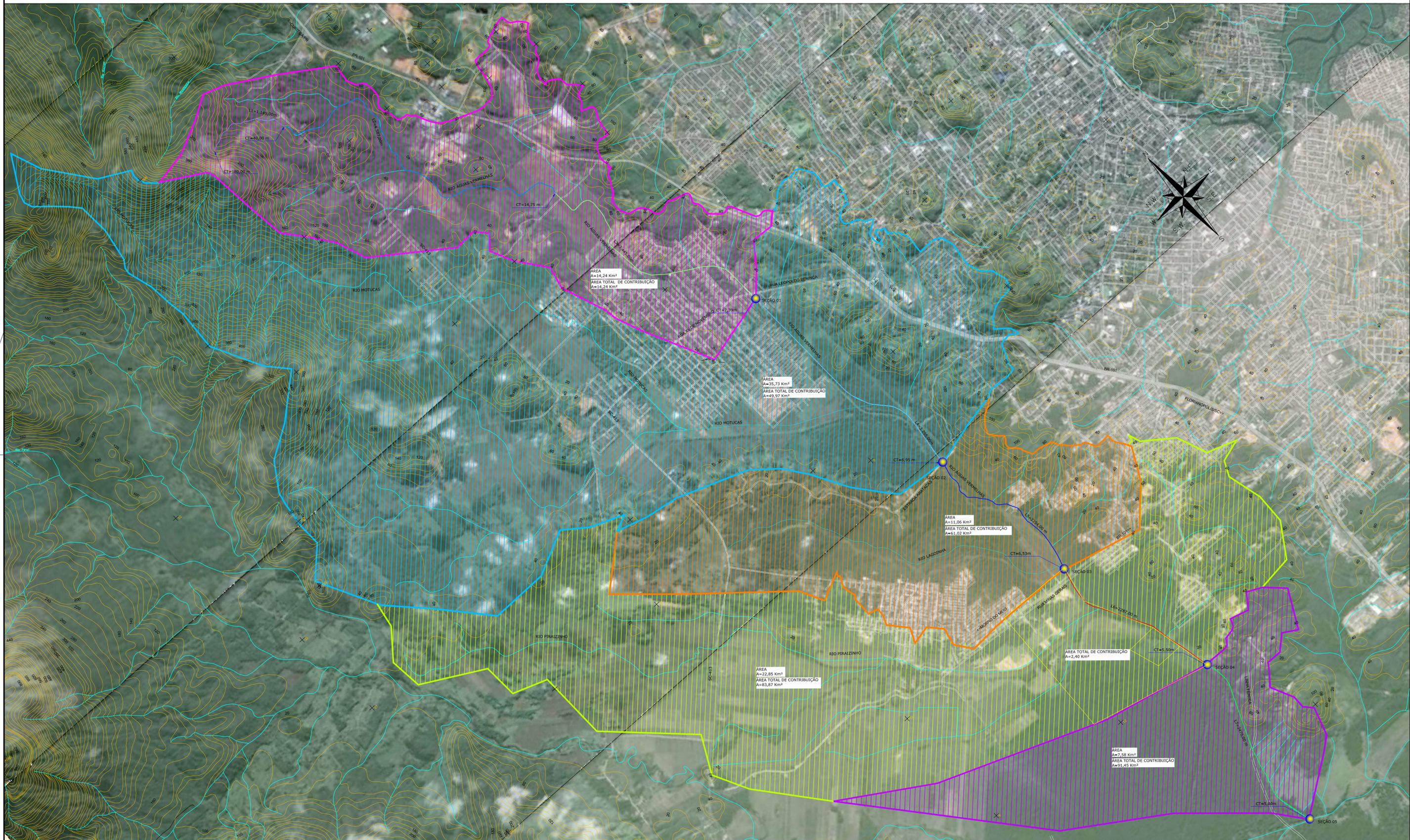
Trecho 02 = Da Rua Leopoldo Beninca (Binário do Vila Nova) à Estrada Aratacas;

Trecho 03 = Da Estrada Aratacas à Rua Minas Gerais;

Trecho 04 = Da Rua Minas Gerais à Linha Férrea;

Trecho 05 = Da Linha Férrea à foz.

A planta com a delimitação das 05 sub-bacias está apresentada na sequência.



**LEGENDA:**

	CURVAS DE NÍVEL		WVS
	TALVEGUE 01		CURSOS D'ÁGUA
	TALVEGUE 02		DELIMITAÇÃO DA BACIA 01
	TALVEGUE 03		DELIMITAÇÃO DA BACIA 02
	TALVEGUE 04		DELIMITAÇÃO DA BACIA 03
	TALVEGUE 05		DELIMITAÇÃO DA BACIA 04
	TALVEGUE 06		DELIMITAÇÃO DA BACIA 05
	TALVEGUE 07		
	SEÇÕES		
	PONTO COTADOS		

NOTAS:

- PARA PERFEITO ENTENDIMENTO ESTE DOCUMENTO DEVE SER IMPRESSO COLORIDO.
- A DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO TEVE COMO REFERÊNCIA: A CARTA DO IBGE DE JOINVILLE E REIOGA, OS AEROFOTOGRAMÉTRICOS DE JOINVILLE E O PROGRAMA GOOGLE EARTH UTILIZANDO O SOFTWARE CIVIL 3D.
- ESTE DESENHO CONTEM INFORMAÇÕES ESPECÍFICAS A FINALIDADE QUE SE PROPÕE E NÃO DEVE SER UTILIZADO PARA OUTROS FINS SEM CONSULTAR O RESP. TÉCNICO.

REVISÃO	DATA	ELABORAÇÃO	APRESENTAÇÃO INICIAL	MODIFICAÇÃO	VERIFICAÇÃO	COORDENAÇÃO
A	OUT/2014	EVERTON	FATIMA	VANDER		

<b>ELABORAÇÃO:</b> 		<b>CONTRATANTE:</b> MUNICÍPIO DE JOINVILLE	
<b>PROJETO DE DRENAGEM</b> DELIMITAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA			
LOCAL/TRECHO: RIO ÁGUAS VERMELHAS MUNICÍPIO DE JOINVILLE / SC		DATA: OUT/2014 ESCALA: INDICADA	
CODIFICAÇÃO: DRE-01714-01-01-A		PRANCHAS: 01/01	
RESPONSÁVEL TÉCNICO (CONTRATANTE): ENG. ANTÔNIO CARLOS RAMUSKI CREA SC: 026.930-7			

## 7.7 - Cálculo da Vazão

Para a determinação das vazões de projeto utilizaram-se os seguintes métodos:

- Método Racional (Bacias menores que 1km<sup>2</sup>)
- Método do Hidrograma Unitário Triangular (Bacias maiores que 1km<sup>2</sup>)

### 7.7.1 - Cálculo da Vazão pelo Método Racional

O conceito básico do método presume que a máxima vazão em uma determinada seção é função do tempo de concentração. Supõe-se que as condições de permeabilidade da bacia permaneçam constantes durante a ocorrência da chuva. O cálculo das vazões é dado pela expressão:

$$Q = \frac{CIA}{360} \text{ (m}^3\text{/s)}$$

Onde:

- Q - pico de vazão em m<sup>3</sup>/s;
- C - coeficiente de deflúvio superficial;
- i - intensidade da chuva, em mm/h para o tempo de concentração e o período de recorrência considerado;
- A - área da bacia em ha.

#### 7.7.1.1 - Coeficiente de Escoamento

Do volume precipitado sobre a bacia, apenas uma parcela atinge a seção de vazão, sob a forma de escoamento superficial, pois parte é interceptada ou umedece o solo ou preenche as depressões ou se infiltra rumo aos depósitos subterrâneos.

O volume escoado é, então, um resíduo do volume precipitado e a relação entre os dois é o que se denomina coeficiente de deflúvio ou de escoamento. As perdas podem oscilar sensivelmente de uma para outra precipitação, variando conseqüentemente o coeficiente de deflúvio. Em particular, a porcentagem da chuva que aparece como escoamento superficial aumenta com a intensidade e a duração de precipitação.

No método racional utiliza-se um coeficiente C, que, multiplicado pela intensidade da precipitação do projeto, fornece o pico da cheia considerada por unidade de área. Portanto, não se trata de uma relação de volumes escoado e precipitado, mas o coeficiente de deflúvio, nesse caso, está indicando a relação entre a vazão máxima escoada e a intensidade da precipitação.

O coeficiente de deflúvio depende da distribuição da chuva na bacia, da direção do deslocamento da tempestade em relação ao sistema de drenagem, da precipitação, do tipo do solo, da utilização que se faz da terra, da rede de drenagem existente, da duração e intensidade da chuva.

O valor de C, por se tratar de uma relação de vazões, além de levar em conta todos esses fatores, deve considerar, ainda, o efeito do armazenamento e da retenção superficial sobre a descarga.

O coeficiente de deflúvio C não traduz simplesmente o resultado da ação do terreno sobre a precipitação, da qual resulta a descarga superficial, mas é mais completamente definido como a relação entre a vazão de enchente de certa frequência e a intensidade média da precipitação de igual frequência.

Em geral, as superfícies não são homogêneas, não sendo, por isso conveniente adotar um único valor tirado de tabelas para toda a área de drenagem. O mais conveniente é adotar um coeficiente composto, cujo cálculo é executado em planilha. Este cálculo é a determinação da média ponderada para toda a área da bacia de drenagem, de todos os valores de C para as parcelas que o compõe.

Obviamente, na escolha do valor de C para o projeto, deverá ser considerado o efeito da urbanização crescente, da possibilidade de realização de planos urbanísticos municipais e de legislação local referente ao zoneamento e ocupação do solo. Deve-se escolher para valor de C, um valor que o mesmo teria em T anos. As Tabelas 7.6 e 7.7 fornecem valores de C.

**Tabela 7.6 - Coeficiente de escoamento C em áreas suburbanas e rurais.**

CARACTERÍSTICAS		C ( % )	
TERRENO ESTÉRIL MONTANHOSO - Material rochoso ou geralmente não poroso, com reduzida ou nenhuma vegetação e altas declividades.	80	a	90
TERRENO ESTÉRIL ONDULADO - Material poroso ou geralmente não poroso, com reduzida ou nenhuma vegetação em relevo ondulado e com declividades moderadas.	60	a	80
TERRENO ESTÉRIL PLANO - Material rochoso ou geralmente não poroso, com reduzida ou nenhuma vegetação e baixas declividades.	50	a	70
PRADOS, CAMPINAS, TERRENO ONDULADO - Áreas de declividades moderadas, grandes porções de gramados, flores silvestres ou bosques, sobre um manto fino de material poroso que cobre o material não poroso.	40	a	65
MATAS DECÍDUAS, FOLHAGEM CADUCA - Matas e florestas de árvores decíduas em terreno de declividades variadas.	35	a	60
MATAS CONÍFERAS, FOLHAGEM PERMANENTE - Florestas e matas de árvores de folhagem permanente em terrenos de declividades variadas.	25	a	50
POMARES - Plantações de árvores frutíferas com áreas abertas cultivadas ou livres de qualquer planta a não ser gramados.	15	a	40
TERRENOS CULTIVADOS, ZONAS ALTAS - Terrenos cultivados em plantações de cereais ou legumes, fora de zonas baixas e várzeas.	15	a	40
FAZENDAS, VALES - Terrenos cultivados em plantações de cereais ou legumes, localizados em zonas baixas e várzeas.	10	a	40

**Tabela 7.7 - Coeficiente de escoamento C em áreas urbanas.**

CARACTERÍSTICAS	C (%)
Pavimento de concreto de cimento ou concreto asfáltico	75 a 95
Pavimentos de macadame betuminoso	65 a 80
Acostamento ou revestimento primário	40 a 60
Solo não revestido	20 a 90
Taludes gramados (2:1)	50 a 70
Prados gramados	10 a 40
Áreas florestais	10 a 30
Campos cultivados	20 a 40
Áreas comerciais, zonas de centro de cidade	70 a 95
Zonas em inclinações moderadas com aproximadamente 50% de área impermeável	60 a 70
Zonas planas com aproximadamente 60% de área impermeável	50 a 60
Zonas planas com aproximadamente 30% de área impermeável	35 a 45

### 7.7.2 - Cálculo da Vazão pelo Método do Hidrograma Triangular Unitário

Este método leva em conta as características físicas, climáticas e hidrológicas das bacias, baseado nas seguintes equações:

$$Q_p = \frac{0,208Aq}{t_p} \text{ (m}^3\text{/s)}$$

Onde:  $Q_p$  - descarga máxima, em  $\text{m}^3\text{/s}$ ;

$A$  - área da bacia, em  $\text{km}^2$ ;

$t_p$  - tempo de pico, em horas;

$q$  - escoamento superficial, em mm, produzido pelo excesso de chuva de duração  $De$ .

A duração do excesso de chuva é calculada por:

$$De = 2tc^{0,5}$$

$$t_p = tc^{0,5} + 0,6tc$$

$$t_p = \frac{De}{2} + 0,6tc$$

O escoamento superficial  $q$  é obtido em função da precipitação total  $P$ , para um tempo de duração  $De$  e do coeficiente CN, selecionado entre os valores da Tabela 7.8. É calculado através da seguinte equação:

$$q = \frac{(P - 0,2S)^2}{P + 0,8S}$$

Onde:  $q$  - escoamento superficial, em mm;

$P$  - precipitação, em mm, para um tempo de duração  $De$ ;

$S$  - valor adimensional que depende das características da bacia (coeficiente CN), cuja equação é apresentada abaixo:

$$S = \frac{25400 - 254CN}{CN}$$

**Tabela 7.8 - Coeficiente CN.**

VALORES DAS CURVAS - NÚMERO - CN						
UTILIZAÇÃO OU COBERTURA DO SOLO			TIPO DE SOLO			
			A	B	C	D
Zonas Cultiváveis:	Sem medidas de conservação do solo		72	81	88	91
	Com medidas de conservação do solo		62	71	78	81
Pastagens ou Baldios:	Em más condições		68	79	86	89
	Em boas condições		39	61	74	80
Prado	Em boas condições		30	58	71	78
Bosques ou Zonas Florestais:	Cobertura má, sem matéria orgânica		45	66	77	83
	Boa cobertura		25	55	70	77
Espaços abertos, relvados, parques, campos de golfe, cemitérios, etc:						
	Boas condições	Relva cobrindo mais de 75 % da área	39	61	74	80
			Condições razoáveis	Relva cobrindo de 50 a 75% da área	49	69
Zonas comerciais e de escritórios (85 % de área impermeável)					89	92
Zonas industriais (72 % de área impermeável)			81	88	91	93
Zonas residências:						
Áreas Médias dos Lotes		Percentagem Média Impermeável				
	< 500 m <sup>2</sup>	65 %	77	85	90	92
	1000 m <sup>2</sup>	38 %	61	75	83	87
	1300 m <sup>2</sup>	30 %	57	72	81	86
	2000 m <sup>2</sup>	25 %	54	70	80	85
	4000 m <sup>2</sup>	20 %	51	68	79	84
Parques de Estacionamento, Telhados, Viadutos, etc.			98	98	98	98
Arruamentos e Estradas:						
Asfaltadas e com drenagem de águas pluviais			98	98	98	98
Gravilha			76	85	89	91
Terra			72	82	87	89

Observações:

- O solo tipo **A** tem o mais baixo potencial de deflúvio. Terrenos muito permeáveis, com pouco silte e argila.
- O solo tipo **B** tem uma capacidade de infiltração acima da média após o completo umedecimento. Inclui solos arenosos.
- O solo tipo **C** tem uma capacidade de infiltração abaixo da média após a pré-saturação. Contém porcentagem considerável de argila colóide.
- O solo tipo **D** tem o mais alto potencial de deflúvio. Terrenos argilosos quase impermeáveis junto à superfície.

Baseado nas informações resultantes do Estudo Geológico, temos que a região de análise da bacia predomina três tipos de solo B, C e D, mas além destes dados é necessário a definição do tipo de utilização ou cobertura que o local possui.

Mediante a análise da bacia de contribuição por meio da planta geológica fornecida pela Prefeitura de Joinville para informações da região e CN por meio da Tabela 7.8, adotou-se quatro coeficientes (CN) que estão citados a seguir:

- CN 55 = para áreas com boa cobertura de vegetação e com solo tipo B;
- CN 70 = também para áreas com boa cobertura de vegetação, porém com solo tipo C;
- CN 81 = para zonas de áreas cultiváveis com medidas de conservação e solo tipo D;
- CN 90 = para áreas urbanizadas com lotes <500m<sup>2</sup>.

Para a definição do CN a ser utilizado no cálculo em cada bacia, foi utilizado a média ponderada, onde é levado em consideração a proporção que cada CN contribui para as respectivas sub-bacias.

Abaixo é apresentado o Memorial de Cálculo para a obtenção dos respectivos CN:

**Tabela 7.9** - Coeficiente CN médio para a Bacia 01

TIPO DE SOLO	%	CN	CN médio
B	46,56	55,00	69,1
C	12,63	70,00	
D	23,12	81,00	
área urbana	17,70	90,00	

**Tabela 7.10 - Coeficiente CN médio para a Bacia 02**

TIPO DE SOLO	%	CN	CN médio
B	23,14	55,00	73,2
C	31,67	70,00	
D	26,61	81,00	
área urbana	18,58	90,00	

**Tabela 7.11 - Coeficiente CN médio para a Bacia 03**

TIPO DE SOLO	%	CN	CN médio
B	22,62	55,00	73,5
C	30,21	70,00	
D	28,43	81,00	
área urbana	18,74	90,00	

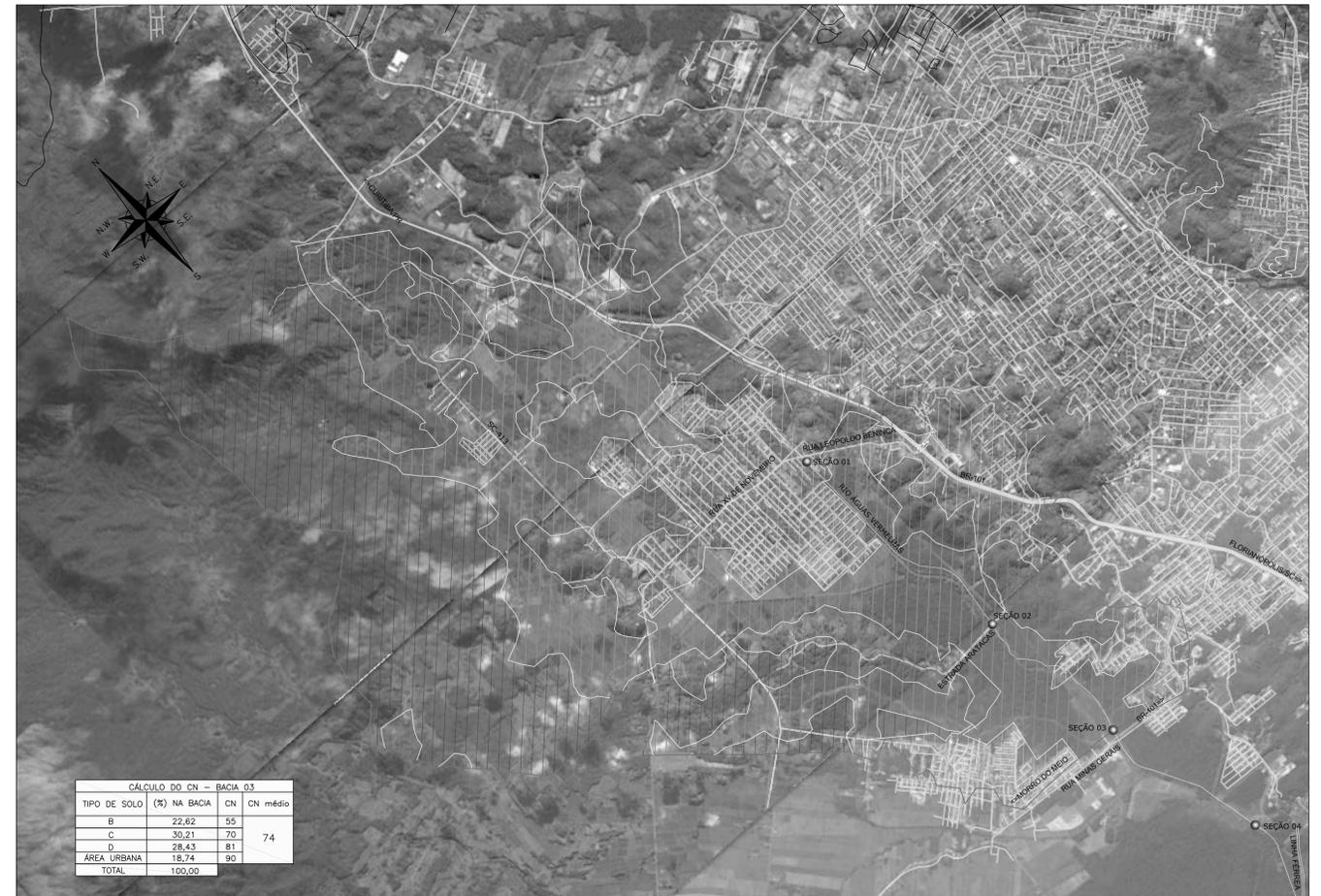
**Tabela 7.12 - Coeficiente CN médio para a Bacia 04**

TIPO DE SOLO	%	CN	CN médio
B	19,24	55,00	74,8
C	25,25	70,00	
D	38,37	81,00	
área urbana	17,14	90,00	

**Tabela 7.13 - Coeficiente CN médio para a Bacia 05**

TIPO DE SOLO	%	CN	CN médio
B	18,78	55,00	75,0
C	23,16	70,00	
D	42,34	81,00	
área urbana	15,73	90,00	

É apresentado em sequência a planta que contém a delimitação de cada bacia segundo o tipo do uso e a ocupação do solo.



**LEGENDA:**

	SOLO TIPO B - ARGISSOLO		SEÇÕES
	SOLO TIPO C - CAMBISSOLO (Ca)		
	SOLO TIPO D - CAMBISSOLO (Cd) / GLEISSOLO / ORGANSSOLO		
	ÁREA URBANA		
	VIAS		
	CURSOS D'ÁGUA		
	DELIMITAÇÃO DA BACIA		

REVISÃO	DATA	ELABORAÇÃO	APRESENTAÇÃO INICIAL	FATIMA	VANDER
A	01/2014	LAIS	MODIFICAÇÃO	VERIFICAÇÃO	COORDENAÇÃO

NOTAS:  
 01 - PARA PERFEITO ENTENDIMENTO ESTE DOCUMENTO DEVE SER IMPRESSO COLORIDO.  
 02 - A DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO TEVE COMO REFERÊNCIA: A CARTA DO IBGE DE JOINVILLE E REIGÃO, OS AEROFOTOGRAMÉTRICOS DE JOINVILLE E O PROGRAMA GOOGLE EARTH UTILIZANDO O SOFTWARE CIVIL 3D.  
 03 - ESTE DESENHO CONTEM INFORMAÇÕES ESPECÍFICAS A FINALIDADE QUE SE PROPÕE E NÃO DEVE SER UTILIZADO PARA OUTROS FINS SEM CONSULTAR O RESP. TÉCNICO.

ELABORAÇÃO: **DAZIMUTE** CONSULTORIA E PROJETOS DE ENGENHARIA www.dazimute.eng.br (47) 343-8777

CONTRATANTE: **MUNICÍPIO DE JOINVILLE**

PROJETO: **PROJETO EXECUTIVO PARA LIMPEZA E DESASSOREAMENTO DO RIO ÁGUAS VERMELHAS**

LOCAL/TRECHO: RIO ÁGUAS VERMELHAS MUNICÍPIO DE JOINVILLE / SC

CONTEÚDO: **PROJETO DE DRENAGEM DELIMITAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA - TIPO, USO E OCUPAÇÃO DO SOLO**

DATA: OUT/2014

ESCALA: INDICADA

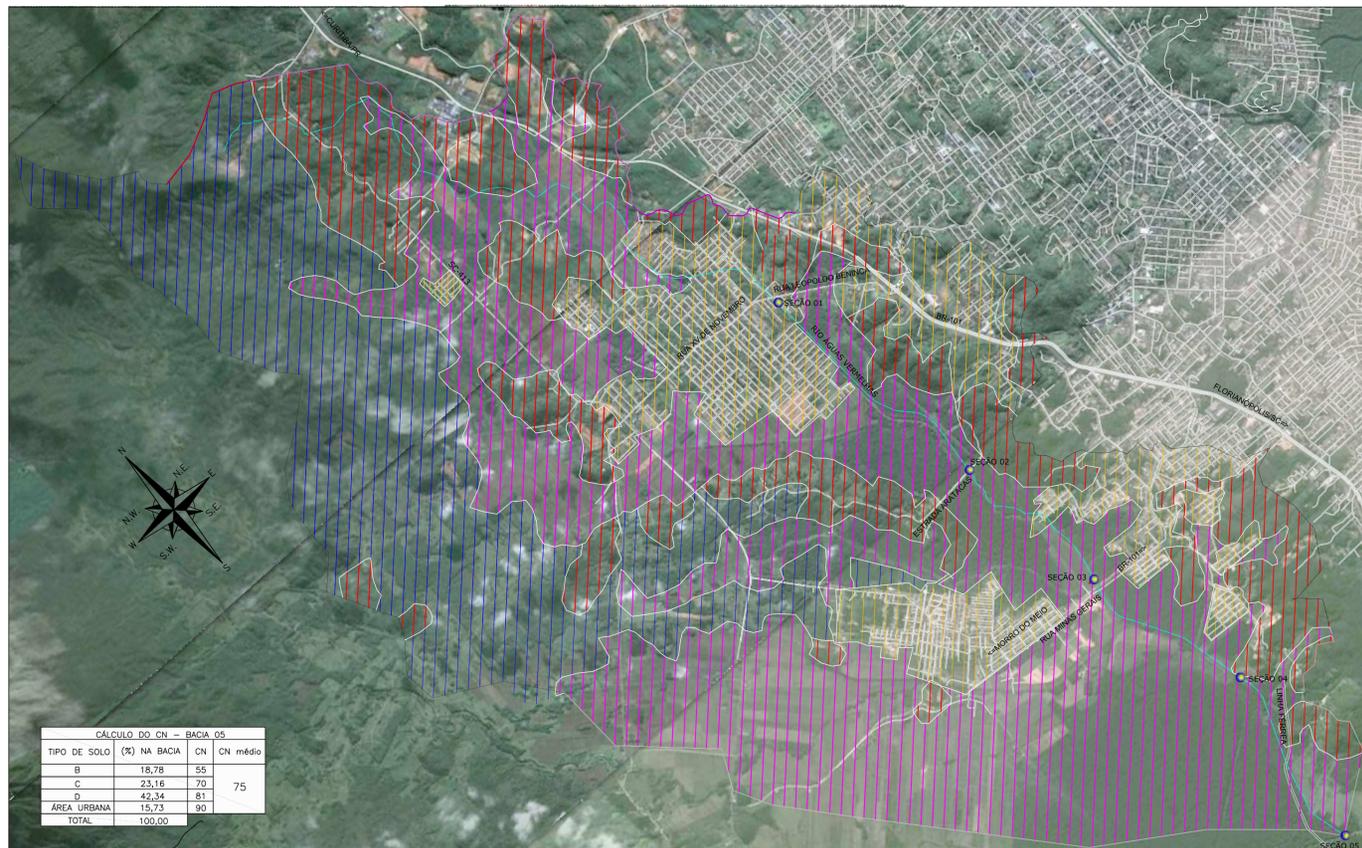
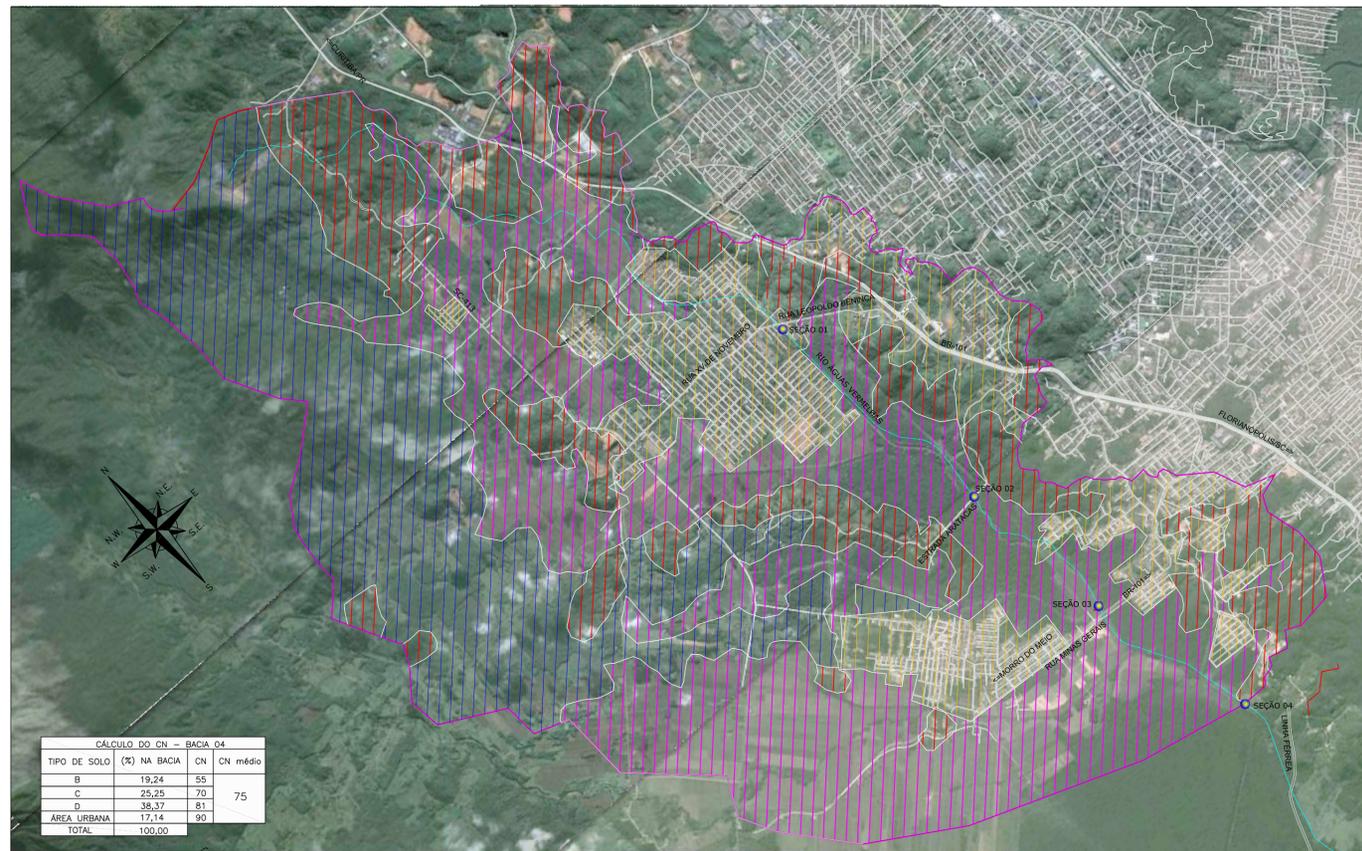
PRANCHAS: 01/02

EXTENSÃO/ÁREA: \*\*\*\*\*

CODIFICAÇÃO: **DRE-01714-01-02-A**

RESPONSÁVEL (CONTRATANTE): **ENG. ANTÔNIO CARLOS RAMUSKI** CREA SC: 026.930-7

RESPONSÁVEL TÉCNICO (DAZIMUTE): **ENG. ANTÔNIO CARLOS RAMUSKI** CREA SC: 026.930-7



- LEGENDA:**
- SOLO TIPO B - ARGISSOLO
  - SOLO TIPO C - CAMBISSOLO (Ca)
  - SOLO TIPO D - CAMBISSOLO (Cd) / GLEISSOLO / ORGANOSSOLO
  - ÁREA URBANA
  - VIAS
  - CURSOS D'ÁGUA
  - DELIMITAÇÃO DA BACIA
  - SEÇÕES

REVISÃO	DATA	ELABORAÇÃO	MODIFICAÇÃO	VERIFICAÇÃO	COORDENAÇÃO
A	02/2014	LAIS	APRESENTAÇÃO INICIAL	FATIMA	VANDER

**NOTAS:**  
 01 - PARA PERFEITO ENTENDIMENTO ESTE DOCUMENTO DEVE SER IMPRESSO COLORIDO.  
 02 - A DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO TEVE COMO REFERÊNCIA: A CARTA DO IBGE DE JOINVILLE E REIÇÃO, OS AEROFOTOGRAMÉTRICOS DE JOINVILLE E O PROGRAMA GOOGLE EARTH UTILIZANDO O SOFTWARE CIVIL 3D.  
 03 - ESTE DESENHO CONTEM INFORMAÇÕES ESPECÍFICAS A FINALIDADE QUE SE PROPÕE E NÃO DEVE SER UTILIZADO PARA OUTROS FINS SEM CONSULTAR O RESP. TÉCNICO.

<b>ELABORAÇÃO:</b> 		<b>CONTRATANTE:</b> MUNICÍPIO DE JOINVILLE	
LOCAL/TRECHO: RIO ÁGUAS VERMELHAS MUNICÍPIO DE JOINVILLE / SC		DATA: OUT/2014	
<b>PROJETO DE DRENAGEM</b> DELIMITAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA - TIPO, USO E OCUPAÇÃO DO SOLO		ESCALA: INDICADA	
CODIFICAÇÃO: DRE-01714-01-02-A	EXTENSÃO/ÁREA: *****	PRANCHAS: 02/02	
RESPONSÁVEL (CONTRATANTE): MUNICÍPIO DE JOINVILLE		RESPONSÁVEL TÉCNICO (AZIMUTE): ENG. ANTONIO CARLOS RAMUSKI CREA SC: 026.930-7	