



**PREFEITURA MUNICIPAL DE GASPAR**  
SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO



**PREFEITURA MUNICIPAL DE GASPAR**  
**SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO**

**RUA OLGA BOHN**

**MEMORIAL DESCRITIVO**  
**DRENAGEM URBANA E ESTUDO HIDROLÓGICO DA BACIA**

**BAIRRO FIGUEIRAS**  
**GASPAR - SC**

Out. 2017



## **1 - INTRODUÇÃO**

O Sistema de Drenagem Pluvial da cidade de Gaspar, vem de encontro com a necessidade encontrada na maioria das cidades da região, tendo em vista não somente o crescimento populacional mas também o desenvolvimento sócio econômico e tecnológico constatada em centros urbanos. As conseqüências desses crescimentos faz com que a qualidade de vida da população fique comprometida caso medidas preventivas e corretivas não forem tomadas dentro de um tempo hábil e de forma planejada.

Um dos fatores mais preocupantes nesse sistema é sem dúvida a degradação do meio ambiente que implica diretamente na qualidade de vida no tocante à saúde da população. Várias são as causas, sendo uma delas o Sistema de Drenagem embora existente na maioria dos municípios em todo país, essas não foram executadas e nem devidamente dimensionadas para a atual demanda. As redes existentes encontram-se sub-dimensionadas para a atual condição de ocupação, precipitação pluviométrica e a inexistência de um programa de manutenção tem contribuído para a evolução do quadro catastrófico que o município tem sofrido. Isso tem gerado inúmeros problemas tanto na esfera da saúde como no social, com perdas constantes e expressivas de bens materiais, danos patrimoniais e, pior, perda de vidas humanas.

Gaspar tem sofrido constantemente com inundações ao longo da sua história. Nota-se que o problema é crescente à medida que crescem as áreas urbanizadas através de novos loteamentos e vias pavimentadas em todo município, ou seja, aumento de áreas impermeáveis somados a pouca declividade e baixa cota altimétrica.

Na contra mão dos problemas de inundações, há também o problema das ocupações irregulares em encostas, onde têm ocorrido deslizamentos na última catástrofe em novembro/2008. Isto também tem trazido grandes preocupações ao poder público municipal.

Daí a necessidade urgente, porém nunca tardia, da implantação do Sistema de Drenagem na cidade de Gaspar de forma planejada e sustentável, atendendo desta forma às reivindicações da população e objetivando a melhoria da qualidade de vida sem negligenciar na degradação ambiental.



## **2 - CARACTERÍSTICAS DO MUNICÍPIO**

### **2.1 - Localização**

O município de Gaspar, localiza-se no vale do Rio Itajaí-Açú, também conhecida como “Cidade Coração do Vale”, com as seguintes posições geográficas:

Latitude E – 26°55'53”

Longitude W – 48°57'32”

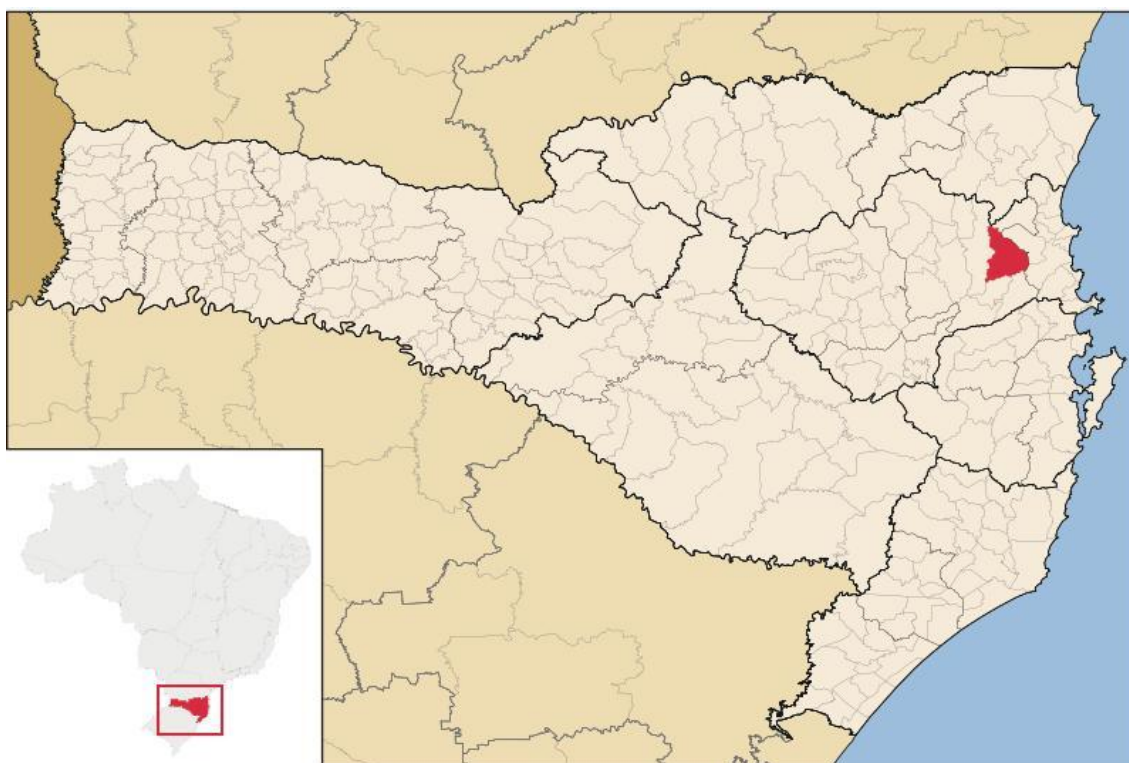
Faz limite com as cidades:

Ao Norte: Massaranduba, Luis Alves e Ilhota;

Ao Sul: Brusque e Guabiruba;

Ao Leste: Itajaí e Ilhota;

Ao Oeste: Blumenau.



**Figura 1 – Localização geral do município de Gaspar/SC.**

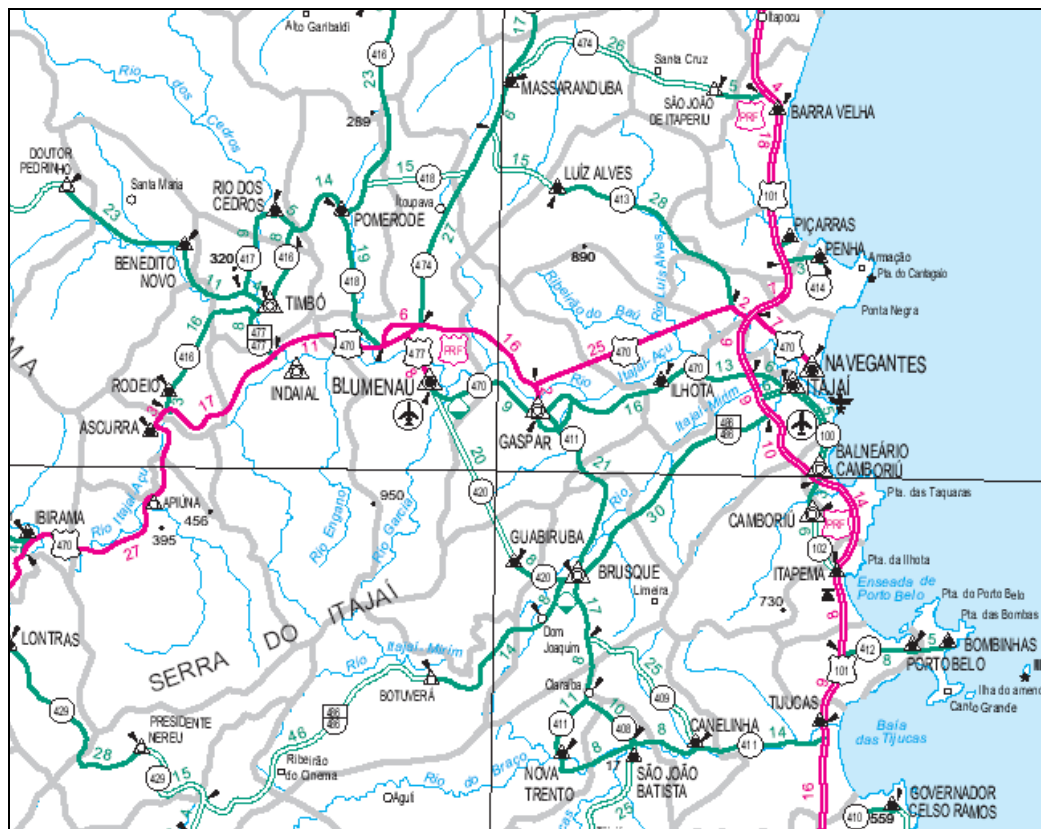
Fonte: IBGE (2009)

**Figura 2 – Localização do município dentro do Estado de Santa Catarina.**

Fonte: IBGE (2009)



**PREFEITURA MUNICIPAL DE GASPAR**  
SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO



**Figura3 – Localização do bairro dentro do município de Gaspar/SC.**  
Fonte:Google (2009)





### **3 - CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA**

#### **3.1 - Dados censitários**

Guimarães (2009) salienta que as informações sócio-demográficas são de suma importância no processo de planejamento e tomada de decisão, uma vez que o efetivo conhecimento da interação entre as tendências de crescimento, migração e estrutura etária da população é determinante para o planejamento da distribuição de bens e serviços e atendimento das demandas sociais.

A quantificação da população do município de Gaspar, desde a década de 70, está mostrada na Tabela 1. As informações apresentadas foram retiradas dos censos demográficos de 1970, 1980, 1991 e 2000 e das contagens populacionais efetuadas nos anos de 1996 e 2007, realizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE 1970; 1980; 1991; 1996; 2000 e 2007). Na Tabela 2 estão apresentadas as taxas aritméticas de crescimento populacional por intervalo de tempo entre os censos.

**Tabela 1 – População residente em Gaspar/SC.**

<b>Ano</b>	<b>População (hab)</b>
1970	18.417
1980	25.609
1991	35.614
1996	40.485
2000	46.414
2007	52.428
2010	57.981

Fonte: IBGE (1970; 1980; 1991; 1996; 2000, 2007 e 2010)

**Tabela 2 – Taxas de crescimento populacional de Gaspar nas últimas décadas.**

<b>Período</b>	<b>Taxa de crescimento ao ano (%a.a.)</b>
1970/1980	3,90
1980/1991	3,55
1991/1996	2,73
1996/2000	3,66
2000/2007	1,85
2007/2010	3,41



**PREFEITURA MUNICIPAL DE GASPAR**  
SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO

Analisando-se os dados apresentados na Tabela 2, nota-se que, em geral, o município vem apresentando taxas de crescimento positivas, apesar de ser perceptível uma queda no ritmo de crescimento no período de 2000 a 2007.

A Tabela 3 descreve da população de Gaspar por área de ocupação urbana e rural.

**Tabela 3 – Distribuição da população por área urbana e rural.**

Ano	População (hab)				
	Urbana	%	Rural	%	Total
1970	4.445	24,14	13.972	75,86	18.417
1980	13.714	53,55	11.895	46,45	25.609
1991	23.364	65,60	12.250	34,40	35.614
1996	26.057	64,21	14.524	35,79	40.581
2000	29.601	63,78	16.813	36,22	46.414
2007	42.359	80,79	10.069	19,21	52.428
2010	47.126	81,28	10.855	18,72	57.981

Fonte: Tribunal de Contas de Santa Catarina (2009) e IBGE (2007).

Observa-se que na década de 1970 a maior parte da população concentrava-se na área rural, sendo que na década de 80, a população aparece distribuída uniformemente entre estas áreas. A partir dessa época se iniciou um processo mais intenso de urbanização, com a instalação de grandes indústrias no município, proporcionando a geração de empregos, movimentando também o setor de serviços, e promovendo a ampliação do perímetro urbano. Nos dias atuais o município possui mais de 80% de sua população situada em área urbana.

Com relação à população residente nas áreas rurais, após um declínio entre as décadas de 1970 e 1980, provavelmente relacionado à migração da população da área rural para área urbana, esta passou a apresentar um crescimento até o ano de 2000. Da década de 1990 até o ano de 2000 o crescimento populacional ocorrido na área rural foi proporcional ao crescimento populacional ocorrido na área urbana. Já entre os anos de 2000 e 2007 o município passou a apresentar um declínio representativo na população rural, enquanto na área urbana esse aumento foi proporcionalmente representativo, em parte devido à ampliação do perímetro urbano em direção às áreas rurais e outra pela migração da população para os núcleos urbanos. A partir de 2007 houve uma crescente populacional acima dos 3% a.a., muito se deve à migração de outras regiões do Brasil para este Município.



**PREFEITURA MUNICIPAL DE GASPAR**  
SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO

O Gráfico 1, a seguir, mostra a evolução da população de Gaspar ao longo dos últimos quarenta anos, e o Gráfico 2 traz a tendência de crescimento da população urbana e rural do município para o mesmo período.

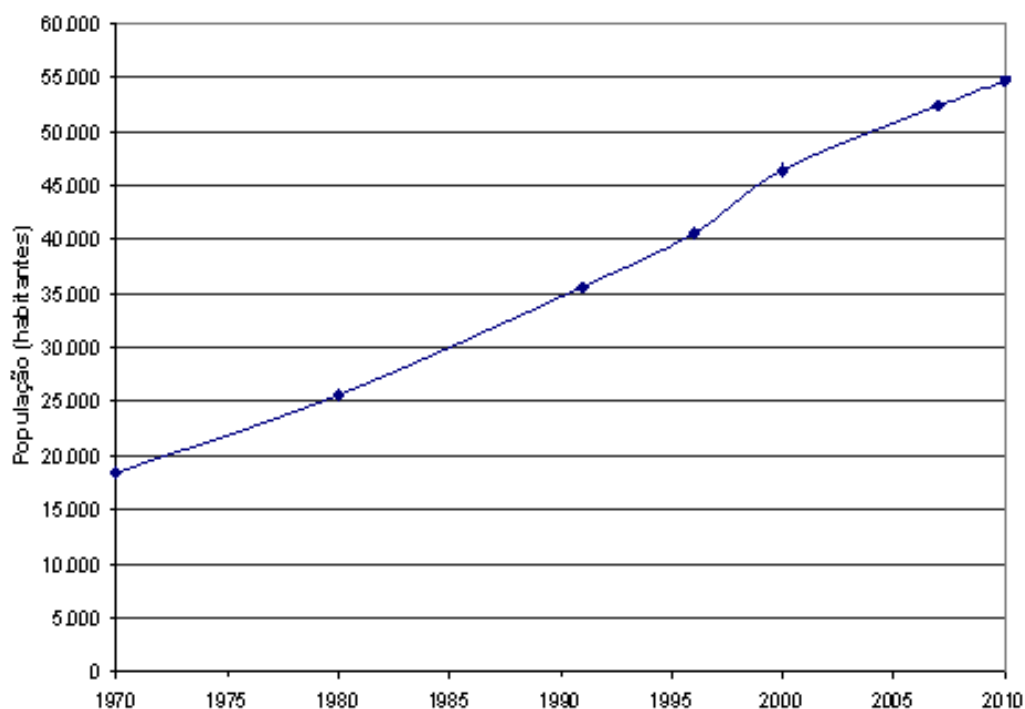
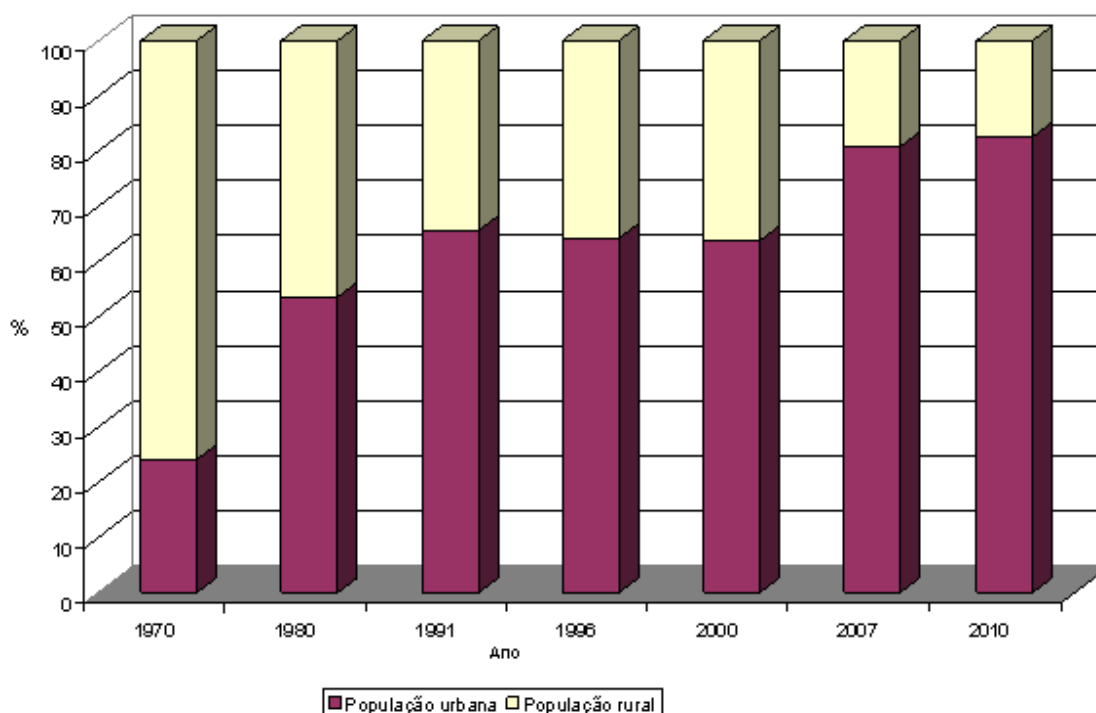


Gráfico 1 – Evolução da população total de Gaspar/SC.



**PREFEITURA MUNICIPAL DE GASPAR**  
SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO



**Gráfico 2 – Comparativo do percentual da população residente nas áreas urbana e rural de Gaspar/SC, ao longo dos anos.**

Na Tabela 4 tem-se a distribuição dos domicílios particulares permanentes por área urbana e rural, segundo o IBGE (2000; 2007), também mostrada nos Gráficos 3 e 4. Analisando-se esses dados percebe-se que, num intervalo de sete anos, houve um incremento de 19,8% no número total de domicílios e, além disso, passou-se a ter uma concentração maior de domicílios residentes em área urbana, em parte devido à expansão do perímetro urbano em direção a áreas anteriormente rurais, e outra devido ao adensamento populacional nas regiões centrais do município.

**Tabela 4 - Localização dos domicílios por área urbana e rural em Gaspar/SC, segundo o IBGE (2000; 2007).**

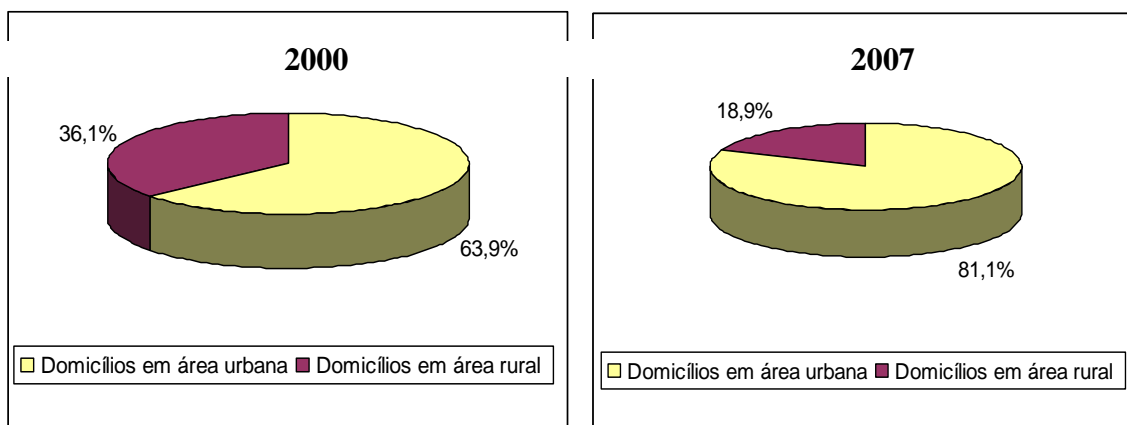
Localização dos domicílios	2000		2007	
	Nº de domicílios	%	Nº de domicílios	%
Área urbana	8.369	63,9	12.730	81,1
Área rural	4.733	36,1	2.968	18,9
Total	13.102	100,0	15.698	100,0

Fonte: IBGE (2000; 2007)





**PREFEITURA MUNICIPAL DE GASPAR**  
SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO



**Gráfico 3 - Distribuição dos domicílios por área urbana e rural no ano 2000 e 2007.**

Na última contagem populacional, realizada no ano de 2007 (IBGE, 2007), a composição da população, por faixa etária, ficou discretizada como mostra a Tabela 5, através da qual constata-se que há uma predominância da população adulta (20 a 59 anos) que representa 55,8% da população total, seguida da de jovens (0 a 19 anos) que totalizam 37,3%. A faixa etária de maior representatividade é aquela compreendida entre 10 e 19 anos (19,45%).

**Tabela 5 – Distribuição da população por faixa etária em 2000.**

Faixa etária	Homens	Mulheres	Total	(%)
0-9	3.990	3.790	7.780	0,14
10-19	4.428	5.036	9.464	0,17
20-29	5.480	5.407	10.887	0,19
30-39	4.655	4.709	9.364	0,16
40-49	4.208	4.459	8.667	0,15
50-59	2.987	3.083	6.070	0,11
60-69	1.407	1.596	3.003	0,05
70-79	554	885	1.439	0,03
80-89	188	321	509	0,01
90-99	23	37	60	0,00
100...	-	-	-	0,00

Fonte: IBGE (2010)

Com a aprovação do novo Plano Diretor Municipal (GASPAR, 2006) Gaspar passou a ser dividido em 21 bairros, como mostra a Figura 3. A densidade demográfica média, estimada no ano 2010, foi de 149,91 hab/km<sup>2</sup>. A Tabela 6 apresenta a distribuição da população por bairro, porém não utilizando a divisão



**PREFEITURA MUNICIPAL DE GASPAR**  
SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO

atual, conforme as informações da Secretaria Municipal de Saúde, para o ano 2008. Observa-se que a maior concentração populacional está no bairro Santa Terezinha, e que há uma discrepância significativa na contagem populacional efetuada pelo IBGE e a cadastrada pelo município. Isso deve-se, segundo a Secretaria Municipal de Saúde, à não contabilização pelo IBGE de parte da população residente nos bairros mais afastados, como o Arraial e o Belchior, fato este confirmado por relatos da população local.

**Tabela 6 – Distribuição da população por bairro em 2008.**

<b>Bairro</b>	<b>População (habitantes)</b>
Centro	1.983
Sete de Setembro	5.073
Margem Esquerda	2.426
Gaspar Alto	745
Coloninha	3.614
Gaspar Grande	1.597
Santa Terezinha	8.220
Jardim Primavera	3.862
Bela Vista	5.668
Poço Grande	2.802
Figueira	4.465
Barracão	6.173
Gasparinho	5.045
Lagoa	5.245
Belchior Alto	4.929
Belchior Central	
Belchior Baixo	
<b>TOTAL</b>	<b>61.847</b>

Fonte: Secretaria Municipal de Saúde (2009)

## **4 - TIPOS DE SOLO**

Na região do Médio Vale do Itajaí predominam os solos Podzólicos Vermelho-Amarelo (Argissolos) e Cambissolos com horizonte B incipiente, originários da alteração desse tipo de rocha. Os primeiros se caracterizam por serem solos profundos (1 a 2 m), são bem drenados com marcante diferenciação entre o horizonte A, mais arenoso, e o horizonte B mais argiloso. Os Cambissolos são menos espessos (0,5 a 1,5m), consistindo de solos jovens, que ainda estão trocando



suas características. São solos susceptíveis a erosão, principalmente quando o relevo é acidentado (FURB, 2009a).

Nas planícies aluvionares altas se formam, com frequência, solos da ordem Glei Húmico, que se caracterizam pelo excesso de umidade, elevado teor de matéria orgânica e, por isso, apresentam cores acinzentadas, propícios para a atividade de rizicultura.

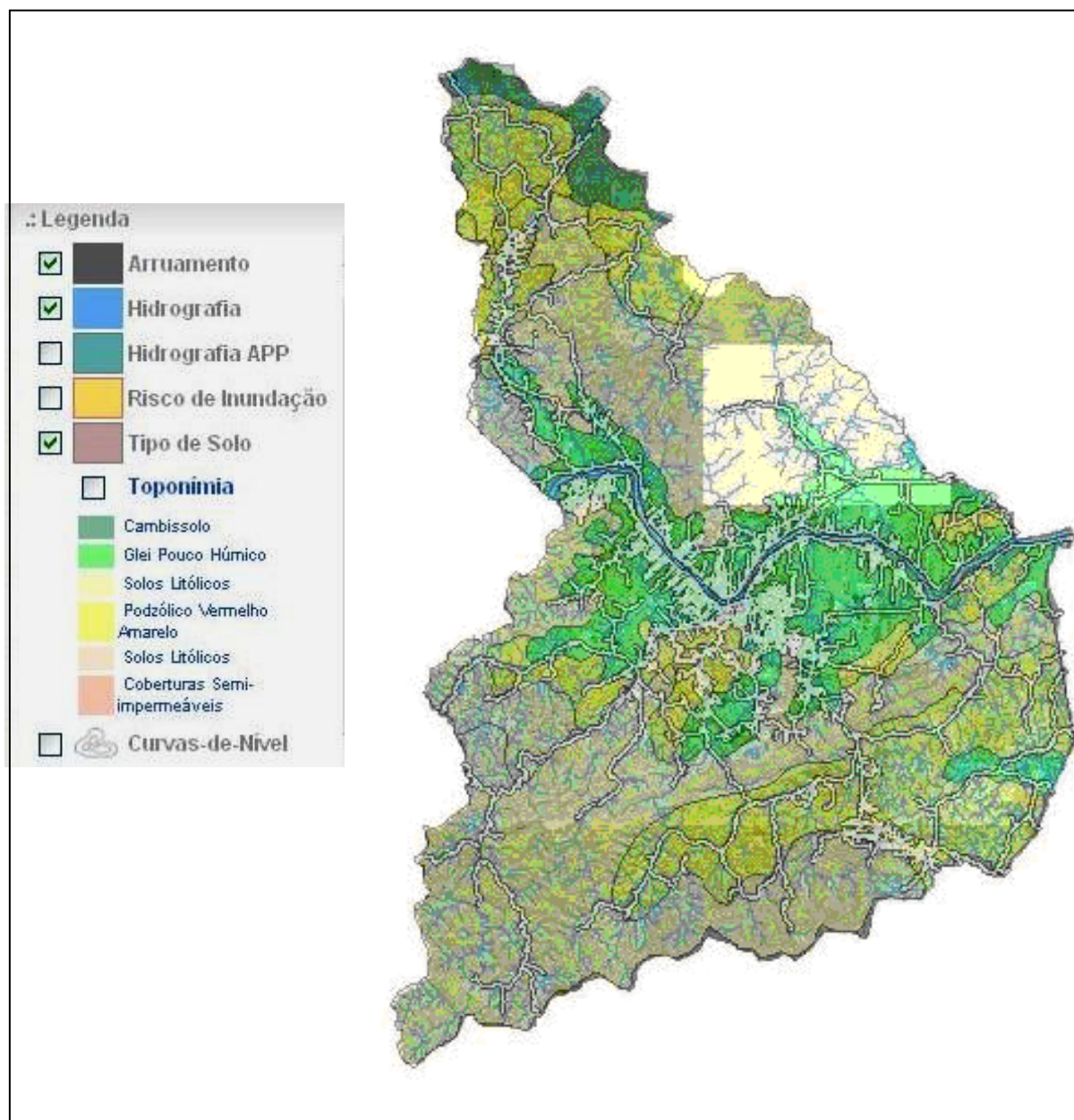
Já nos altos campos, esculpidos sobre as rochas sedimentares gondwânicas, onde predominam os Cambissolos, o reflorestamento pode ser uma atividade econômica importante para a conservação desses solos, pois a floresta tem importante papel de conservação das águas, através da minimização do escoamento superficial.

Os argissolos mais profundos, ocorrentes nos altos campos de Rodeio, Dr. Pedrinho e Rio dos Cedros, representam excelente fonte de matéria-prima para uso na indústria cerâmica de revestimento regional (pisos e azulejos) e cerâmica estrutural local (tijolos, telhas e lages) (AUMOND, 2005 apud FURB, 2009a).

Os sedimentos quaternários formados por depósitos de encostas e planícies aluvionares são constituídos por argilas, siltes orgânicos ou não, areias e cascalheiras formados nos últimos 10.000 anos, estando, por isso, ainda inconsolidados. As planícies à jusante de Blumenau são constituídas por sedimentos que podem atingir até várias dezenas de metros de espessura e estão sujeitas às inundações ocasionais e formam frequentemente os denominados Gleissolos. A má drenagem desses solos apresenta sérias restrições para a ocupação urbana e para a prática agrícola, no entanto, apresentam boas condições para o cultivo de arroz irrigado.

A

Figura4 traz um mapa esquemático, mostrando as classes de solo predominantes no município de Gaspar.



**Figura 4 – Mapa das classes de solo predominantes no município de Gaspar.**  
Fonte: Gaspar – Setor de Geoprocessamento (2009f).

## 5 - Relevo

A região do Médio Vale do Itajaí apresenta relevo acentuado e alta densidade de drenagem, favorecendo a ocupação dos vales. O relevo é bastante diversificado, predominando, no entanto, o montanhoso e o forte-ondulado (SAMAE, 2008).

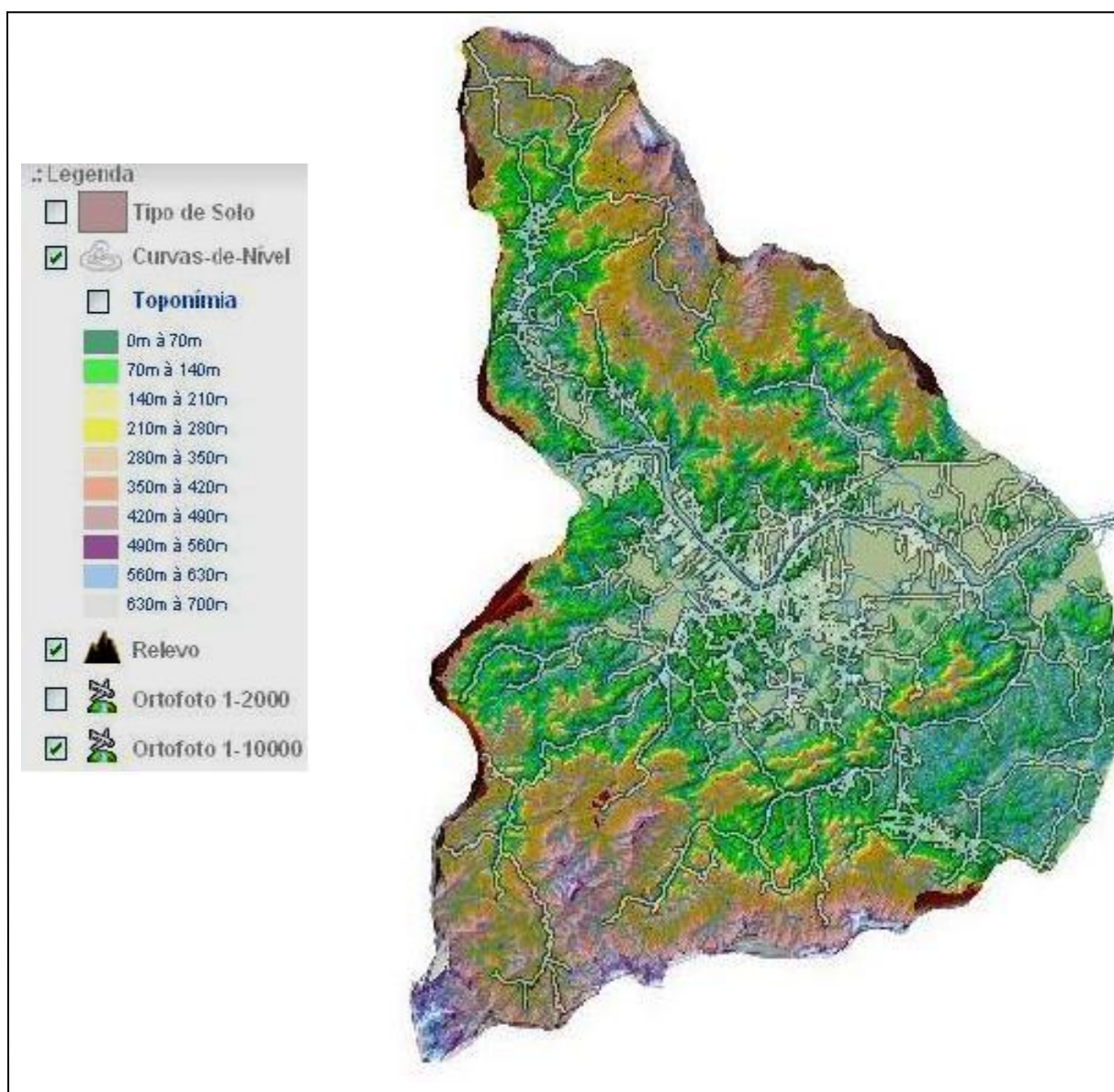
Gaspar possui um relevo extremamente complexo, com vales estreitos e sinuosos que dificultam sobremaneira a ocupação e a expansão urbana. É constituído de superfícies planas e onduladas, com altitudes médias de 100 a 300 metros, atingindo pontos de até 830 metros na porção norte do município, na divisa



**PREFEITURA MUNICIPAL DE GASPAR**  
SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO

com Luís Alves e Massaranduba, e de até 800 metros na porção sul, na divisa com Blumenau e Guabiruba. A principal característica do relevo de Gaspar é a sequência de serras que acompanham os limites do município. O relevo, em si, compõe-se basicamente de planícies, situadas nas proximidades do rio Itajaí-Açu, e de serras nos extremos norte e sul do município (GASPAR, 2009c).

A Figura 5, a seguir, apresenta a distribuição das formas de relevo predominantes no território de Gaspar.



**Figura 5 – Mapa do relevo de Gaspar.**  
Fonte: Gaspar – Setor de Geoprocessamento (2009f).

A maioria das divisas municipais são constituídas por divisores de águas, mas, em alguns pontos, seguem por linha seca e reta, na divisa com Ilhota e Itajaí.





## **6 - OBJETIVO DO PROJETO**

O objetivo do projeto é identificar e avaliar a circulação e o volume das águas que interferem no total da bacia e o impacto que esta poderá causar a jusante do rio Gaspar grande e Itajaí-açú.

A partir dos dados de vazões máximas, obtidas através dos cálculos pelo método racional (aplicável para bacias menores que 3,0 km<sup>2</sup>), deverá ser redimensionado o canal de escoamento a céu aberto existente. Esse canal deverá ser restaurado, reestruturado e retificando o seu traçado atual bem como o dimensionamento das galerias de todas as vias públicas que fazem parte do projeto.

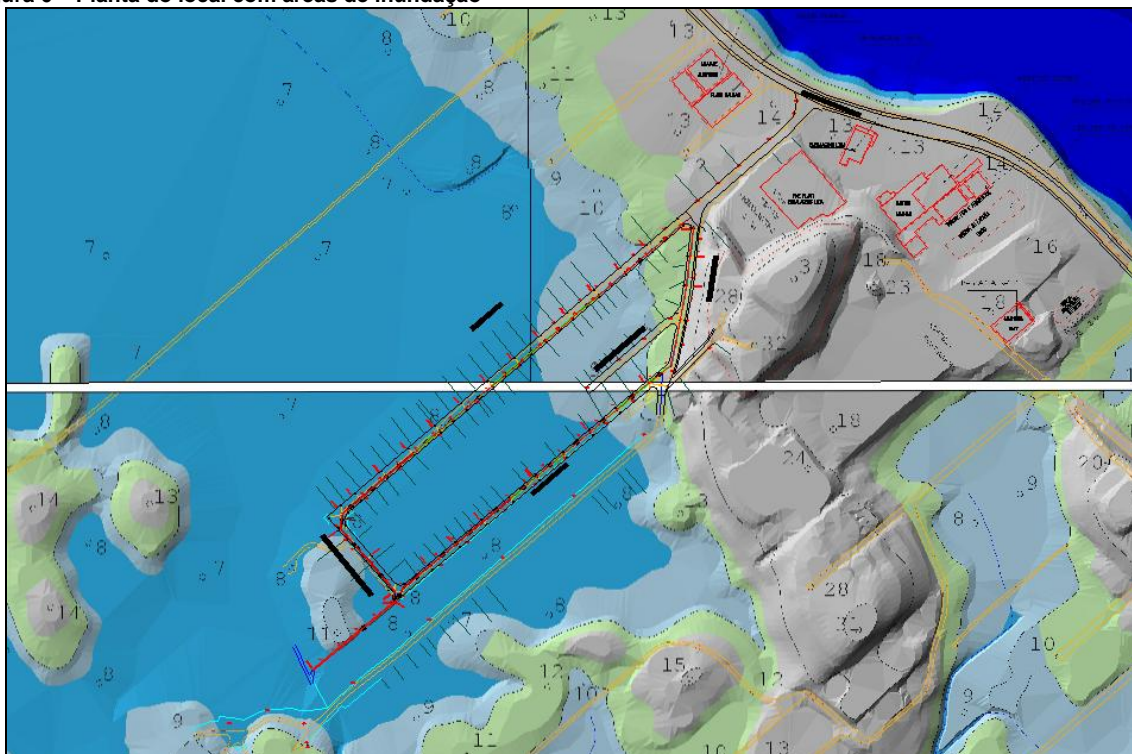
## **7 - ÁREA DO PROJETO**

O local em estudo localiza-se a oeste do município de Gaspar, sentido ao município de Blumenau, cuja área total da sub-bacia é de 20,63 ha., ou aproximadamente 0,21 Km<sup>2</sup>.

A topografia da região é bem definida, isto é, com áreas de cotas elevadas. No passado, foi aprovado loteamento onde praticamente 100% da área localiza-se em áreas de risco de inundação, com cota média de 8,0 metros além da diferença de cotas serem muito pequenas, dificultando a captação e o escoamento das águas pluviais. Outro agravante é a existência da via pública denominada Avenida Anfilóquio Nunes Pires, que foi executada de tal forma que a mesma torna-se uma barreira ou exerce a função de uma barragem, impedindo o escoamento das águas a sua montante em direção ao rio Itajaí-açú, trazendo como consequência as históricas inundações com perdas significativas de bens materiais por parte da população local e transtorno e prejuízo para os cofres público nas recuperações e limpeza das ruas.



**Figura 6 – Planta do local com áreas de inundação**



FONTE: Secretaria Planejamento PMG

**RISCO DE ENCHENTE**

	0 a 6 metros – Muito Alto
	6,1 a 8 metros – Alto
	8,1 a 10 metros – Moderado
	10,1 a 12 metros – Baixo
	12,1 a 730 metros – Nulo

A maior cota está em 36,00 metros (Morro próximo a Vineplast) e a menor encontra-se na cota 5,53 (vala existente) sendo que a grande parte da bacia encontra-se em cota média de 8,0 metros.

## **8 - CARACTERÍSTICAS DA REGIÃO**

O bairro possui densidade demográfica média com 4.465 habitantes (fonte: Secretaria Saúde através do SIAB – Sistema de Informações de Atenção Básica / 2009), com predominância de edificações com apenas 1 e 2 pavimentos.

A principal atividade econômica do bairro é composta de micro, pequenas e médias empresas, dentre as quais destacamos: Viniplast, Metalúrgica Turbina Ltda, Malhas Isensee, CBA – Companhia Brasileira de Alumínio, Chantelle Tinturaria,



Malhas Soft, etc. Existem atividades informais ligadas ao setor têxtil como os faccionistas o qual não se tem cadastros e nem informações do seu número e da sua localização.

O bairro está caracterizado dentro do plano diretor como AD – Área de Densificação, ou seja, está previsto para o bairro a ocupação por indústrias de pequeno, médio e grande porte, bem como residências uni e multifamiliar com até 12 pavimentos com taxa de ocupação de até 70%.

O solo predominante nas áreas baixas, é de argila, silte, silte arenoso e turfas, ou seja, as áreas alagáveis são poucos permeáveis. Isto nos permite constatar que grande parte das águas oriundas das precipitações pluviométricas atualmente, ainda consegue infiltrar no subsolo tendo em vista da existência de áreas alagáveis, áreas descobertas e não pavimentadas. Entretanto, existem áreas de encostas com predominância de solo argilo-arenoso e silte arenoso coberto com vegetações de pequeno porte e rasteiras.

## **9 - JUSTIFICATIVA PARA A ACELERAÇÃO DE ESCOAMENTO**

A preocupação e a necessidade de escoar essas águas o mais rápido possível das áreas habitadas, principalmente em épocas de grandes e súbitas precipitações ou em épocas de longas precipitações, nos direciona para um projeto que acelere o seu escoamento, respeitando e levando em consideração nos cálculos de vazão o seu impacto a sua jusante da sua descarga nos ribeirões e rios.

Nos cálculos obtidos podemos constatar que a vazão de contribuição de cada sub-bacia não causaria num acréscimo substancial no volume total do rio onde deságua.

Levando em consideração todos os parâmetros envolvidos num acontecimento catastrófico de uma inundação, os prejuízos que ela causa principalmente nas questões de riscos de contaminação, epidemia, acidentes de afogamentos e danos materiais, principalmente com topografia na qual se encontra a maior parte do bairro, nos leva a defender e justificar o método executivo que acelera o escoamento e não o seu retardamento.





## **10 - METODOLOGIA**

### **10.1 - MÉTODO RACIONAL**

O método racional estima o pico de uma cheia, utilizando para isso a utilização da “fórmula racional”.

Geralmente é utilizado esse método para bacias e sub-bacias com áreas pequenas (menor que 3,0 Km<sup>2</sup>). Esse método parte do princípio que a máxima vazão para uma pequena bacia contribuinte ocorre quando toda a bacia está contribuindo e que esta vazão é igual a uma fração da precipitação média.

A fórmula analítica é expressa da seguinte maneira:

$$Q = C.i_m.A$$

Onde: Q – Vazão de pico em m<sup>3</sup>/s;

A – Área drenada em km<sup>2</sup>;

C – Coeficiente adimensional de escoamento superficial ou de deflúvio (RUN-OFF);

i<sub>m</sub> - Intensidade média de precipitação na bacia em mm/h, para uma duração de chuva igual ao tempo de concentração (t<sub>c</sub>) da bacia em estudo. Esse tempo é, usualmente, o requerido pela água para escoar desde o ponto hidráulicamente mais remoto da bacia até o ponto de controle (local de interesse)

A fórmula que define o método racional é a seguinte:

$$Q = 0,278.C.i_m.A$$

#### **10.1.1 - COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL DIRETO (ESD) – (Coeficiente de “Runoff”)**

Coeficiente de escoamento superficial é função de uma série de fatores, dentre os quais o tipo de solo, a ocupação da bacia, a umidade antecedente, a intensidade da chuva e outros de menor importância. A adoção, portanto, de um valor de C constante, é uma hipótese pouco realista e deve ser feita com cuidado.



**PREFEITURA MUNICIPAL DE GASPAR**  
SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO

**Tabela 8 – Valores do coeficiente de escoamento superficial direto adotado. – (P.S.Wilken, 1978)**

<b>ZONAS</b>	<b>Coef. Run-Off “C”</b>
<b>Edificação muito densa:</b> Partes centrais, densamente construídas de uma cidade com ruas e calçadas pavimentadas	<b>0,70 – 0,95</b>
<b>Edificação não muito densa:</b> Partes adjacente ao centro, de menos densidade de habitações, mas com ruas e calçadas pavimentadas	<b>0,60 – 0,70</b>
<b>Edificações com poucas superfícies livres:</b> Partes residenciais com construções cerradas, ruas pavimentadas	<b>0,50 – 0,60</b>
<b>Edificações com muitas superfícies livres:</b> Partes residenciais com ruas macadamizadas ou pavimentadas	<b>0,25 – 0,50</b>
<b>Subúrbios com alguma edificação:</b> Partes de arrabaldes e subúrbios com pequena densidade de construção	<b>0,10 – 0,25</b>
<b>Matas, parques e campos de esporte:</b> Partes rurais, áreas verdes, superfícies arborizadas, parques ajardinados, campos de esporte sem pavimentação.	<b>0,05 – 0,20</b>

### **10.1.2 - INTENSIDADE DA CHUVA**

A intensidade da chuva (i) é a quantidade de chuva que ocorre na unidade de tempo adotada, para uma dada frequência e com uma duração igual ao tempo de concentração. Os dados a serem utilizados neste cálculo serão os analisados e determinados através de métodos estatísticos por Nerilo (1999), para o posto pluviométrico nº 9, posto este localizado no município de Blumenau por ser o mais próximo da área de projeto uma vez que não existe nenhum posto pluviométrico no município de Gaspar até a presente data.

As chuvas com maior intensidade na região ocorrem no verão, tanto para Blumenau como em Gaspar, geralmente nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março.

Segue abaixo a tabela elaborada por Nerilo (1999) para a região de Blumenau.

**Tabela 9 – Intensidade de Chuva para Blumenau (Nerilo,1999)**



**PREFEITURA MUNICIPAL DE GASPAR**  
SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO

Duração	Intensidade da Chuva – i (mm/h)				
	5 anos	10 anos	20 anos	50 anos	100 anos
5 min.	154,4	167,8	177,4	207,4	219,7
10 min.	126,4	143,5	156,0	178,8	192,3
15 min.	109,2	126,3	142,7	166,9	180,5
20 min.	94,8	109,6	123,9	144,8	158,9
25 min.	85,2	98,5	111,3	130,2	142,8
30 min.	78,0	90,2	102,0	119,2	130,8
1 hora	52,7	61,0	68,9	80,5	88,4
6 horas	15,1	17,4	19,7	23,0	25,2
8 horas	12,2	14,2	16,0	18,7	20,5
10 horas	10,3	11,9	13,4	15,7	17,3
12 horas	8,9	10,3	11,6	13,6	14,9
24 horas	5,2	6,0	6,8	8,0	8,8

### 10.1.3 - PERÍODO DE RETORNO

A adoção ou a escolha de um determinado período de retorno (T) em micro drenagem varia de 2 a 10 anos conforme mostra a tabela 10. Geralmente para área rurais ou área pouco densa, como é o caso em estudo, recomenda-se 2 anos e para áreas comerciais, onde as perdas podem ser maiores, pode-se adotar até 10 anos (Tucci et al., 1995)

A tabela 10, utilizada pela CETESB , apresenta diversos períodos de retorno relacionados a diversos tipos de ocupação do solo.

Tabela 10 – Períodos de retornos para diferentes ocupações (DAEE/CETESB, 1980)

Tipos de obras	Tipos de ocupação da área	Período de retorno (anos)
Microdrenagem	Residencial	2
	Comercial	5
	Áreas c/ edifícios de serviços públicos	5
	Aeroportos	2 - 5
	Áreas comerciais e artérias de tráfegos	5 - 10
Macro drenagem	Áreas residenciais e comerciais	10 - 100
	Áreas de importâncias específicas	500

O período de retorno (T) adotado no projeto será de 5 anos conforme mostra a tabela 10.



#### **10.1.4 - TEMPO DE CONCENTRAÇÃO**

Existem várias equações para cálculo do tempo de concentração, das quais uma das mais utilizadas para pequenas bacias é a seguinte:

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

onde:  $t_c$  – Tempo de concentração da bacia em minutos

$L$  – Extensão do talvegue, ou rio em km

$\Delta H$  – Diferença de nível entre o ponto mais afastado da bacia e o ponto considerado ou de estudo em metros.

#### **10.1.5 - DETERMINAÇÃO DO C – COEFICIENTE ADIMENSIONAL DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL OU DE DEFLÚVIO (RUN-OFF);**

O coeficiente de deflúvio é em função de vários fatores, dentre os quais, o tipo de solo, a ocupação da bacia, a umidade antecedente, a intensidade da chuva e outros de menor importância. A adoção, portanto, de um valor de C constante, é uma hipótese pouco realista e deve ser feita com os seguintes critérios:

- O valor de C deve ser determinado para as condições futuras de urbanização da bacia.
- Se a ocupação da bacia for muito heterogênea, deve-se estimar o valor de C pelo método da média ponderada.
- O efeito da intensidade da chuva sobre C deve ser levado em conta por meio de correção feita em função do período de retorno.

#### **10.1.6 - DETERMINAÇÃO DA VAZÃO**



**PREFEITURA MUNICIPAL DE GASPAR**  
SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO

Para determinação das vazões utiliza-se a fórmula do método racional:

$$Q = 0,278 \times C \times i_m \times A$$

Aplicando a fórmula de Manning p/ altura da lâmina a 0,90D, para obtenção de diâmetros equivalentes para as vazões de cada sub-bacia em função das respectivas declividades temos:

$$D = 1,511 \times (n \times Q \times I^{\frac{1}{2}})^{3/8}$$

Onde:

Q – Vazão em m<sup>3</sup>/s

I – declividade em m/m

n – coef. rugosidade de Manning – tubo de concreto 0,013

tubo PVC (ribloc) 0,009

O maior agravante nessa área é a diferença de cota em relação ao rio Itajaí-Açú, ou seja, uma parte expressiva encontra-se em cotas críticas de inundações (cota 8,1m). Em resumo, todas as vezes que o nível do rio eleva para cotas iguais ou maiores que 8,1 metros, ocorrem o processo de represamento das águas a montante ou fluxo contrário, isto é, as águas do rio invadem essas áreas do bairro agravando ainda mais os problemas. A tabela 11 mostra os níveis do rio Itajaí-Açú no período de 150 anos.

**Tabela 11 – Níveis do rio Itajaí-Açú na Estação Fluviométrica de Gaspar**

Ano	Cota (m)	Data	Ano	Cota (m)	Data	Ano	Cota (m)	Data			
1852	12,3	29/out.	1929	7,0	15/out.	1953	7,9	31/out.	1977	7,5	18/ago.
1855	10,2	20/nov.	1930	6,7	11/fev.	1954	9,6	22/out.	1978	9,0	26/dez.
1862	7,3	20/nov.	1931	8,5	2/mai.	1955	8,2	19/mai.	1979	8,1	9/jul.
1864	8,0	17/set.	1932	7,9	25/mai.	1957	9,9	18/ago.	1980	10,1	22/dez.
1868	10,2	27/nov.	1933	9,1	4/out.	1958	7,5	21/set.	1982	6,7	16/nov.
1870	8,0	11/out.	1934	7,0	26/fev.	1960	6,0	28/nov.	1983	11,67	9/jul.
1880	12,8	23/set.	1935	9,0	29/set.	1961	9,5	1/nov.	1984	11,55	7/ago.
1888	9,9	23/set.	1936	6,6	6/ago.	1962	7,2	21/ago.	1987	6,06	21/mai.
1891	10,6	18/jun.	1937	6,4	16/out.	1963	7,5	1/fev.	1988	6,12	6/mai.
1898	9,9	1/mai.	1938	6,9	28/jun.	1965	7,3	21/ago.	1989	6,48	6/mai.
1900	9,9	1/jun.	1939	8,8	27/nov.	1966	7,9	13/fev.	1990	7,28	21/jul.
1911	12,7	2/out.	1940	7,0	18/ago.	1969	7,9	6/abr.	1992	9,92	29/mai.
1911	7,9	29/mai.	1942	6,5	9/fev.	1970	6,3	2/jul.	1993	6,40	24/set.



**PREFEITURA MUNICIPAL DE GASPAR**  
SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO

1923	7,3	20/jun.	1943	<b>8,2</b>	3/ago.	1971	<b>8,1</b>	10/jun.	1994	6,15	12/mai.
1925	<b>8,2</b>	14/mai.	1946	<b>8,4</b>	2/fev.	1972	<b>8,7</b>	29/ago.	1995	6,24	10/jan.
1926	7,7	14/jan.	1947	6,4	26/out.	1973	<b>8,7</b>	25/jun.	1997	7,48	1/fev.
1927	<b>9,6</b>	9/nov.	1948	<b>9,2</b>	17/mai.	1974	7,3	24/mar.	1998	6,46	28/abr.
1928	<b>9,2</b>	18/jun.	1950	7,4	17/out.	1975	<b>9,6</b>	4/out.	1999	6,36	Jul
1928	<b>8,6</b>	15/ago.	1951	7,0	19/out.	1976	7,3	6/jun.	2001	<b>8,24</b>	1/out.

FONTE: CORDERO,Ademar; ALTOFF,Rodrigo; MEDEIROS,Pércles Alves. I Simpósio de Recursos Hídrico do Centro Oeste – Cuiabá - 2007

A situação se torna mais crítica nas ocorrências, tanto nos períodos de grandes precipitações de curto prazo (Chuvas de verão), como precipitações intermitentes de longa duração. No primeiro caso, devido a falta de declividade e rede com dimensionamento inadequado, o volume gerado nas precipitações ultrapassa a capacidade de escoamento da rede existente, agregando ainda o fator gerado pelo assoreamento das tubulações e obstrução das bocas de lobo, por inexistência de um programa de manutenção de rede e programa social por parte do município. No segundo caso, devido a reduzida cota topográfica, quando o rio atinge o nível igual ou maior que a cota do terreno, ocorre o represamento das águas das galerias ou inversão do fluxo conforme já citado acima.

Diante da situação encontrada e da necessidade de dar vazão ao volume das águas gerada pela sub-bacia, a solução mais eficaz está na aplicação de um sistema de comportas e bombeamento dessas águas, na tentativa de eliminar ou minimizar o problema.



## 11 - DIMENSIONAMENTO DAS GALERIAS DE ÁGUA PLUVIAL

### 11.1 Parâmetros da Bacia estudada:

PARAMETROS BACIAS										
SUB BACIA	M²	ÁREA	COEF. RUNOFF		C.A	M	COMPRIMENTO TALVEG	DIFERENÇA DE NÍVEL	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO	VELOCIDADE
		há	C	ΔH (m)						
1	1081,2	0,108	0,50		0,054	46,000	0,046	1,21	1,51	0,51
2	2235,7	0,224	0,50		0,112	76,000	0,076	1,21	2,70	0,47
3	3390,2	0,339	0,50		0,170	106,000	0,106	1,21	3,96	0,45
4	4544,7	0,454	0,50		0,227	136,000	0,136	1,21	5,29	0,43
5	5852,89	0,585	0,50		0,293	166,000	0,166	1,21	6,66	0,42
6	7161,08	0,716	0,50		0,358	196,000	0,196	1,21	8,06	0,41
7	8469,27	0,847	0,50		0,423	226,000	0,226	1,21	9,51	0,40
8	9916,55	0,992	0,50		0,496	256,000	0,256	1,21	10,98	0,39
9	11363,83	1,136	0,50		0,568	286,000	0,286	1,21	12,48	0,38
10	12949,6	1,295	0,50		0,647	316,000	0,316	1,21	14,00	0,38
11	14535,37	1,454	0,50		0,727	346,000	0,346	1,21	15,55	0,37
12	15806,49	1,581	0,50		0,790	376,000	0,376	1,21	17,11	0,37
13	17077,61	1,708	0,50		0,854	406,000	0,406	1,21	18,70	0,36
14	18348,73	1,835	0,50		0,917	426,000	0,426	1,21	19,77	0,36
15	18646,31	1,865	0,50		0,932	419,250	0,419	1,21	19,41	0,36
16	19961,96	1,996	0,50		0,998	451,250	0,451	1,21	21,13	0,36
17	21293,8	2,129	0,50		1,065	484,140	0,484	1,21	22,92	0,35



**PREFEITURA MUNICIPAL DE GASPAR**  
SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO

**Tabela 12 – Dimensionamento das Galerias de Água Pluvial**

TRECHO	STAQUEAMENTO		COMPR.	DECLIVIDADE		BACIA	ÁREA		COEF. RUN-OFF C	Σ C.A
	INICIO	FIM		m	(m/m)		DRENADA	(ha)		
RUA OLGA BOHN										
1	BL01	BL02	35,00	1,78	0,051	1	0,108	0,500	0,500	0,054
2	BL02	BL03	30,00	0,60	0,020	2	0,224	0,500	0,500	0,112
3	BL03	BL04	30,00	0,57	0,019	3	0,339	0,500	0,500	0,170
4	BL04	BL05	30,00	0,29	0,010	4	0,454	0,500	0,500	0,227
5	BL05	BL06	30,00	0,28	0,009	5	0,585	0,500	0,500	0,293
6	BL06	BL07	12,40	0,12	0,010	6	0,716	0,500	0,500	0,358
7	BL07	BL08	30,00	0,29	0,010	7	0,847	0,500	0,500	0,423
8	BL08	BL09	30,00	0,29	0,010	8	0,992	0,500	0,500	0,496
9	BL09	BL10	30,00	0,22	0,007	9	1,136	0,500	0,500	0,568
10	BL10	BL11	30,00	0,16	0,005	10	1,295	0,500	0,500	0,647
11	BL11	BL12	30,00	0,05	0,002	11	1,454	0,500	0,500	0,727
12	BL12	BL13	40,00	0,09	0,002	12	1,581	0,500	0,500	0,790
13	BL13	BL14	42,00	0,06	0,001	13	1,708	0,500	0,500	0,854
14	BL15	CI-01	6,00	0,02	0,003	17	2,129	0,500	0,500	1,065

TRECHO	TEMPO	INTENS.	VAZÃO	DIÂM.		$\frac{Q \times n}{D^3 \times i^{1/2}}$	$\frac{A}{D^2}$	VELOC.	TEMPO
	CONC.	DA CHUVA		CALC.	ADOT.			V	t
	tc (min)	i (mm/min)	Q (m³/s)	(m)	(m)	V (m/s)	t (min)		
1	1,51	2,567	0,02	0,13	0,40	0,01535	0,07454	1,94	0,30
2	2,70	2,569	0,05	0,20	0,40	0,05066	0,17342	1,73	0,29
3	3,96	2,571	0,07	0,24	0,40	0,07887	0,23829	1,91	0,26
4	5,29	2,546	0,10	0,30	0,40	0,14679	0,37550	1,61	0,31
5	6,66	2,419	0,12	0,33	0,40	0,18275	0,44297	1,66	0,30
6	8,06	2,287	0,14	0,34	0,40	0,20767	0,48886	1,75	0,12
7	9,51	2,153	0,15	0,36	0,40	0,23131	0,53223	1,78	0,28
8	10,98	2,051	0,17	0,37	0,60	0,08750	0,25687	1,83	0,27
9	12,48	1,965	0,19	0,41	0,60	0,11030	0,30405	1,70	0,29
10	14,00	1,877	0,20	0,45	0,60	0,14082	0,36408	1,55	0,32
11	15,55	1,794	0,22	0,57	0,80	0,12545	0,33420	1,02	0,49
12	17,11	1,719	0,23	0,61	0,80	0,11248	0,30845	1,15	0,58
13	18,70	1,642	0,23	0,60	0,80	0,14576	0,37354	0,98	0,72
14	19,41	1,608	0,29	0,55	0,80	0,11652	0,31654	1,41	0,07

Obs.: Período de retorno de 5 anos.  
Coeficiente de Rugosidade Manning 0,013.

Todos os serviços de drenagem devem atender ao que está preconizado nas Especificações Gerais de Serviços de Drenagem do DNIT, em especial:

Sarjetas – DNIT 018/2006 – ES  
Meio-Fios – DNIT 020/2006 – ES  
Bueiros Tubulares de Concreto – DNIT 023/2006 – ES  
Caixas Coletoras – DNIT 026/2004 – ES  
Dispositivos de Drenagem – DNIT 030/2004 – ES

Gaspar, 10 de Outubro de 2017

CLAITON ELIAS  
Engº Civil  
CREA SC 132318-1