



**ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
PREFEITURA MUNICIPAL DO RIO GRANDE  
SECRETARIA DE MUNICÍPIO DE MEIO AMBIENTE**



**CONTRATO Nº 134/12/SMMA**

# **ELABORAÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO (PMSB) DO MUNICÍPIO DO RIO GRANDE**

## **DIAGNÓSTICO DO SANEAMENTO BÁSICO (SUBPRODUTO 2.2)**

**EDIÇÃO REVISADA**

### **TOMO III: DRENAGEM URBANA E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS**



Agosto/2013



**Engeplus**  
engenharia e consultoria Ltda.



**ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
PREFEITURA MUNICIPAL DO RIO GRANDE  
SECRETARIA DE MUNICÍPIO DE MEIO AMBIENTE**

CONTRATO Nº 134/12/SMMA

**ELABORAÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE  
SANEAMENTO BÁSICO (PMSB) DO  
MUNICÍPIO DO RIO GRANDE**

**DIAGNÓSTICO DO SANEAMENTO BÁSICO  
(SUBPRODUTO 2.2)**

**TOMO III: DRENAGEM URBANA E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS**



**Engeplus**  
engenharia e consultoria Ltda.

(AGOSTO/2013)



### CODIFICAÇÃO DO RELATÓRIO

<b>Código do Relatório:</b>	EG0157-R-PMSB-DRE-01		
<b>Título do Documento:</b>	DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO DA PRESTAÇÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO (SUBPRODUTO 2.2) TOMO III: DRENAGEM URBANA E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS		
<b>Resp. Aprovação Inicial:</b>	FERNANDO FAGUNDES		
<b>Data da Aprovação Inicial:</b>	05/03/2013		
<b>Quadro de Controle de Revisões</b>			
<b>Revisão n°:</b>	<b>Justificativa/Discriminação da Revisão</b>	<b>Aprovação</b>	
		<b>Data</b>	<b>Nome do Responsável</b>
00	Emissão inicial	05/03/2013	Fernando Fagundes
01	Parecer da Fiscalização	19/04/2013	Fernando Fagundes
02	Parecer da Fiscalização	02/08/2013	Fernando Fagundes



## ÍNDICE





# ELABORAÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO (PMSB) DO MUNICÍPIO DO RIO GRANDE

## DIAGNÓSTICO DO SANEAMENTO BÁSICO (SUBPRODUTO 2.2)

### TOMO III: DRENAGEM URBANA E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

#### ÍNDICE

1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	1
1.1	Identificação do Contrato de Prestação de Serviços.....	2
1.2	Objetivos e Escopo dos Estudos e Planejamentos.....	2
1.3	Conteúdo do Presente Relatório.....	5
2	DIRETRIZES GERAIS ADOTADAS.....	6
3	CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS BÁSICOS.....	9
3.1	Características Físicas da Área de Estudo.....	11
3.1.1	Relevo da Área em Estudo.....	13
3.1.2	Delimitação das Sub-bacias de Drenagem na Área Urbana.....	14
3.1.3	Declividades da Área de Estudo.....	21
3.1.4	Tipo de Solo.....	21
3.1.5	Ocupação Histórica e Atual.....	26
3.2	Caracterização das Condições Hidrológicas.....	31
3.2.1	Clima e Pluviografia.....	31
3.2.2	Séries de Cotas e Vazões.....	36
3.2.3	Considerações Sobre os Dados Hidrológicos.....	39
3.2.4	Modelagem Hidrológica.....	40
3.2.5	Inundações: Risco no Município do Rio Grande.....	45
3.2.5.1	Inundações Urbanas.....	46
3.2.5.2	Inundações Ribeirinhas/Marítimas.....	51
4	PRESTAÇÃO DOS SERVIÇOS DE DRENAGEM URBANA.....	58
4.1	Aspectos Legais.....	59
4.1.1	Lei Nacional de Saneamento Básico Relacionada às Águas Pluviais.....	59
4.1.2	Legislações Municipais Relacionadas às Águas Pluviais.....	60
4.2	Aspectos Políticos – Institucionais.....	61
4.3	Operação e Manutenção.....	61
4.4	Planejamento.....	62



4.5	Regulação e Fiscalização .....	62
4.6	Ações Inter-setoriais .....	63
4.7	Participação e Controle Social .....	63
5	DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA .....	64
5.1	Rio Grande – (1º Distrito) .....	65
5.2	Ilha dos Marinheiros – 2º Distrito .....	73
5.3	Povo Novo – 3º Distrito .....	74
5.4	Taim – 4º Distrito .....	75
5.5	Vila da Quinta - 5º Distrito .....	76
6	DESCRIÇÃO DA GESTÃO DOS SISTEMAS .....	80
7	BIBLIOGRAFIA .....	89
8	ANEXOS .....	92



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Divisão distrital do município do Rio Grande.....	8
Figura 3.1: Áreas urbanas do município do Rio Grande.....	12
Figura 3.2: Histogramas das cotas da região urbana do Município do Rio Grande .....	13
Figura 3.3: Sistemas de Drenagem do Município do Rio Grande.....	14
Figura 3.4: Área urbana do Distrito do Rio Grande. Fonte: Plano Diretor Participativo do Município do Rio Grande.....	15
Figura 3.5: Área urbana do Distrito da Quinta. Fonte: Plano Diretor Participativo do Município do Rio Grande.....	16
Figura 3.6: Área urbana do Distrito do Povo Novo. Fonte: Plano Diretor Participativo do Município do Rio Grande.....	16
Figura 3.7: Área urbana do Distrito do Taim. Fonte: Plano Diretor Participativo do Município do Rio Grande.....	17
Figura 3.8: Delimitação das bacias elementares do Distrito do Rio Grande e Distrito da Quinta .....	18
Figura 3.9: Detalhe das bacias elementares do Distrito do Rio Grande .....	19
Figura 3.10: Delimitação das bacias elementares do Distrito do Povo Novo.....	20
Figura 3.11: Mapa de declividade do município do Rio Grande .....	22
Figura 3.12: Mapa de solos do município do Rio Grande - Classificação EMBRAPA .....	23
Figura 3.13: Mapa de posição do lençol freático .....	24
Figura 3.14: Grupos Hidrológicos SCS nos Distritos do Rio Grande, da Quinta e do Povo Novo .....	27
Figura 3.15: Grupos Hidrológicos SCS no Distrito do Taim.....	28
Figura 3.16: Imagem Landsat 5 de 05/05/2012 – Bandas 4-3-2 – Distritos do Rio Grande e da Quinta .....	29
Figura 3.17: Imagem P6 de 18/05/2012 – Distritos do Rio Grande e da Quinta .....	30
Figura 3.18: Localização das estações pluviométricas do no banco de dados da Hidroweb-ANA .....	32
Figura 3.19: Disponibilidade temporal de dados pluviométricos.....	33
Figura 3.20: Precipitações médias de cada posto (linhas cinza, azul e vermelha) e a média geral.....	34
Figura 3.21: Níveis adimensionais no marégrafo do porto do Rio Grande e de Imbituba .....	37
Figura 3.22: Níveis do marégrafo do Rio Grande contra os de Imbituba.....	38
Figura 3.23: Ajuste de distribuição de extremos para o nível de maré do marégrafo do Rio Grande.....	39
Figura 3.24: <i>Curve Number</i> (CN) para as sub-bacias urbanas do município do Rio Grande .....	43
Figura 3.25: <i>Curve Number</i> (CN) para as sub-bacias urbanas do Pontal do Rio Grande .....	44
Figura 3.26: Hidrograma de projeto para a sub-bacia Mestre Jerônimo (Cemitério) – cenário atual.....	45
Figura 3.27: Imagem da área urbana do Rio Grande em 04/04/2013. ....	46
Figura 3.28: Zonas de maior propensão a inundações e enchentes na área urbana .....	49
Figura 3.29: Áreas com maior número de registros de inundação .....	50



Figura 3.30: Simulação das Áreas com Risco de Inundação – Chuva com Tempo de Retorno de 10 anos .....	52
Figura 3.31: Simulação das Áreas com Risco de Inundação – Pontal do Rio Grande – Chuva com Tempo de Retorno de 10 anos .....	53
Figura 3.32: Simulação das Áreas com Risco de Inundação – Chuva com Tempo de Retorno de 50 anos .....	54
Figura 3.33: Simulação das Áreas com Risco de Inundação – Pontal do Rio Grande – Chuva com Tempo de Retorno de 50 anos .....	55
Figura 3.34: Simulação das Áreas com Risco de Inundação – Chuva com Tempo de Retorno de 100 anos .....	56
Figura 3.35: Simulação das Áreas com Risco de Inundação – Pontal do Rio Grande – Chuva com Tempo de Retorno de 100 anos .....	57
Figura 5.1: Localização do 1º Distrito – Cidade do Rio Grande.....	65
Figura 5.2: Cobertura da rede de drenagem pluvial no 1º Subdistrito – Cidade do Rio Grande .....	66
Figura 5.3: Galeria aberta na Av. Major Carlos Pinto (Canalete projetado por Saturnino de Brito).....	67
Figura 5.4: Galeria fechada sob a Rua Acácia Riograndense .....	67
Figura 5.5: Estação de bombeamento na Rua Acácia Rio-grandense .....	68
Figura 5.6: Estação de bombeamento na Av. Ipiranga.....	68
Figura 5.7: Estação de bombeamento na Rua Senador Salgado Filho .....	68
Figura 5.8: Estação de bombeamento em processo .....	69
Figura 5.9: Alagamento urbano na Av. Major Carlos Pinto com a Rua Buarque de Macedo	69
Figura 5.10: Ocupação vulnerável a inundações ribeirinhas .....	70
Figura 5.11: Cobertura da rede de drenagem pluvial do 2º Subdistrito – Balneário Cassino	71
Figura 5.12: Sobreposição dos Sistemas de Esgotamento Sanitário e Drenagem Urbana ..	72
Figura 5.13: Localização do 2º Distrito – Ilha dos Marinheiros .....	73
Figura 5.14: Localização do 3º Distrito – Povo Novo .....	74
Figura 5.15: Localização do 4º Distrito – Taim.....	75
Figura 5.16: Localização do 5º Distrito – Quinta ..	76
Figura 5.17: Galeria de passagem do arroio das Cabeças sob a BR 392 .....	77
Figura 5.18: Seção retangular de passagem do arroio das Cabeças sob a estrada de ferro	77
Figura 5.19: Bueiro junto à passagem do arroio das Cabeças sob a estrada de ferro.....	78
Figura 5.20: Comporta de controle de vazão do arroio das Cabeças na seção sob canal de adução .....	79
Figura 6.1: Encontro 01 – Colégio Viriato Corrêa - Bairro Getúlio Vargas .....	82
Figura 6.2: Encontro 08 – Escola Cristovão Pereira de Abreu – Ilha da Torotama .....	82
Figura 6.3: Audiência 02 – Ginásio da Barra - Barra .....	82
Figura 6.4: Audiência 06 – Salão Paroquial São João Batista- Bairro São João .....	82
Figura 6.5: Audiência 07 – Cancha de Bocha dos Lessa - Taim .....	82



## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 3.1: Características dos solos de ocorrência no município do Rio Grande .....	21
Quadro 3.1: Características dos solos de ocorrência no município do Rio Grande (continuação).....	21
Quadro 3.2: Conversão entre os tipos de solos da Classificação Brasileira e os tipos de Solos definidos pelos grupos do SCS (Adaptado de Sartori <i>et al</i> , 2006). .....	25
Quadro 3.3: Estações pluviométricas disponíveis no banco de dados da Hidroweb-ANA....	31
Quadro 3.4: Precipitações médias mensais e anuais dos 14 postos pluviométricos .....	34
Quadro 3.5: Intensidade de precipitação desagregada observada no posto 35522024 .....	35
Quadro 3.6: Intensidade de precipitação calculada pela equação IDF ajustada.....	36
Quadro 3.7: Erro quadrático associado a cada valor de intensidade calculada.....	36
Quadro 3.8: Características dos marégrafos do porto do Rio Grande e de Imbituba .....	37
Quadro 3.9: Anos com dados disponíveis de maré no Porto do Rio Grande.....	39
Quadro 3.10: Níveis de maré do marégrafo do Rio Grande e as bandas de confiança .....	39
Quadro 3.11: Valores do parâmetro tempo de concentração por sub-bacia (bacia elementar) .....	41
Quadro 6.1: Cronograma de atividades referentes ao planejamento dos serviços e da primeira etapa da mobilização social .....	83
Quadro 6.2: Cronograma das audiências públicas.....	84
Quadro 6.3: Matriz de Avaliação Setorial – Drenagem Urbana .....	86
Quadro 6.4: Observações específicas divididas por bairro .....	87
Quadro 6.5: Avaliação da qualidade do serviço de drenagem urbana. ....	88



# 1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS





# 1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Este documento constitui-se no “Relatório de Diagnóstico do Saneamento Básico”, parte integrante dos serviços de Elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico do Município do Rio Grande.

Apresentam-se, a seguir, as considerações a respeito do Contrato que orienta a execução do trabalho, do escopo e dos objetivos a serem alcançados, bem como sobre o conteúdo deste relatório.

## 1.1 Identificação do Contrato de Prestação de Serviços

O presente documento decorre do Contrato nº 134/12/SMMA, firmado entre a Prefeitura Municipal do Rio Grande e a Enggeplus Engenharia e Consultoria Ltda., objetivando a prestação de serviços especializados de consultoria para a “Elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) do Município do Rio Grande/RS”.

Os principais dados e informações que permitem caracterizar o referido contrato de prestação de serviços de consultoria são os seguintes:

- Modalidade/Identificação da Licitação: Concorrência Pública – Edital 006/2012;
- Data da Licitação: 1º de junho de 2012;
- Identificação do Contrato: nº 134/12/SMMA;
- Data da Assinatura do Contrato: 05 de julho de 2012;
- Ordem de Serviço para Início dos Serviços: 09 de julho de 2012;
- Prazo de execução dos Serviços: 16 meses;
- Data prevista de Encerramento do Prazo Contratual: 09 de novembro de 2013;
- Valor do contrato: R\$ 1.408.682,43;
- Origem dos Recursos Financeiros: SMMA/PMRG; PAC Saneamento Básico.

Com base nas cláusulas e condições do referido contrato, das determinações do Edital 006/2012 e seu Termo de Referência, bem como no definido nas Propostas Técnica e de Preço da Contratada, é que se desenvolvem os estudos, levantamentos e planejamentos que visam à elaboração do PMSB do Rio Grande, cujos resultados estarão expressos no conjunto dos relatórios técnicos e demais produtos estabelecidos no escopo contratual.

## 1.2 Objetivos e Escopo dos Estudos e Planejamentos

O Plano Municipal de Saneamento Básico, ora em elaboração, constitui-se em ferramenta indispensável de planejamento e gestão para alcançar a melhoria das condições sanitárias e ambientais do município e, por consequência, da qualidade de vida da população. A universalização do acesso ao saneamento básico, em termos quanti-qualitativos, de forma equânime, permanente e com controle social é um desafio para o poder público municipal, como titular dos serviços de saneamento. Esse é o objetivo precípua do presente instrumento de planejamento.

Para tanto, será necessário planejar, dentro de um processo participativo:

- a disponibilização de água com qualidade para toda a população, dentro de um contexto de eficiência, com minimização de perdas e desperdícios;
- a coleta e o tratamento dos esgotos sanitários para todas as residências, com soluções adequadas e eficientes, o que significa mais saúde, qualidade de vida e desenvolvimento econômico e social para a população e o município, além de preservação do meio ambiente;
- estruturas adequadas de drenagem e proteção contra cheias, propiciando condições saudáveis e higiênicas para todas as áreas residenciais do município;



- práticas eficientes e adequadas para a coleta e destinação final dos diversos tipos de resíduos gerados no município, com remediação de áreas contaminadas, protegendo o meio ambiente e a saúde da população; e
- abordagem setorial das condições de habitação, desenvolvimento urbano, saúde, meio ambiente e recursos hídricos complementando o planejamento do saneamento ambiental do município.

Por outro lado, o Decreto nº 7.217/2010, artigo 26, parágrafo 4º, exige a existência do Plano Municipal de Saneamento Básico, elaborado pelo titular dos serviços ou por delegação deste, segundo os preceitos estabelecidos na Lei nº 11.445/2007, como condição indispensável de acesso, a partir de 2014, aos recursos orçamentários da União ou recursos de financiamentos geridos ou administrados por órgão ou entidade da administração pública federal, quando destinados a serviços de saneamento básico.

A referida Lei, em seus Capítulos II e IV, define a finalidade, o conteúdo e a responsabilidade institucional do titular pela elaboração do PMSB. A Lei, que representa o marco regulatório do setor de saneamento, estabelece ainda quatro eixos principais, quais sejam:

- Planejamento;
- Regulação;
- Formatação das novas concessões dos serviços;
- Controle Social.

Para a formulação do presente relatório, foram levadas em conta as recomendações da publicação do Ministério das Cidades, intitulada “Guia para a elaboração de planos municipais de saneamento”, o qual foi construído de forma participativa e explicita as bases conceituais para elaboração de PMSB.

Este documento refere especificamente aos Princípios norteadores do PMSB, quais sejam:

- Integração de diferentes componentes da área de Saneamento e outras que se fizerem pertinentes;
- Promoção do protagonismo social a partir da criação de canais de acesso à informação e à participação que possibilite a conscientização e a auto-gestão da população;
- Promoção da saúde pública;
- Promoção da educação sanitária e ambiental que vise à construção da consciência individual e coletiva e de uma relação mais harmônica entre o homem e o ambiente;
- Orientação pela bacia hidrográfica;
- Sustentabilidade;
- Proteção ambiental;
- Informação tecnológica.

Assim, o Plano de Saneamento não deverá ser um documento único e exclusivamente tecnológico, mas socioambiental, motivo este que não se denomina Plano de Ações, mas apenas Plano, onde a diferença encontra-se na estratégia de definição de metas sociais além das técnicas convencionais. Não tem por objetivo, apenas a definição de ampliações e obras, mas sim a criação de soluções que passam desde a consciência da população, mudança de cultura de todos os atores, estabelecimento de compromissos com metas, combate a desperdícios, até novos padrões de atendimento aos usuários.

Tecnicamente, o Plano estabelece as condições para a prestação dos serviços de saneamento básico, definindo objetivos e metas para a universalização e programas, projetos e ações necessários para alcançá-la, contemplando os quatro componentes do Saneamento Básico: abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana



e manejo dos resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas e, sua abrangência é as áreas rurais e urbanas do município.

Desta forma busca-se atender aos objetivos gerais do contrato, de dotar o município do Rio Grande de instrumentos e mecanismos que permitam a implantação de ações articuladas, duradouras e eficientes, que possam garantir a universalização do acesso aos serviços de saneamento básico, através de metas definidas em um processo participativo. Atende-se ainda aos objetivos específicos indicados no Termo de Referência.

Assim, o atendimento do Termo de Referência e à legislação pertinente, constituem os objetivos principais do presente trabalho. Para tanto, o escopo do trabalho está dividido nas seguintes etapas principais:

**ETAPA 1 - PLANEJAMENTO DOS SERVIÇOS E DA MOBILIZAÇÃO SOCIAL:** contempla o engajamento da sociedade no espírito do PMSB, buscando o apoio da população para a divulgação das ideias e comprometimentos exigidos;

**ETAPA 2 - CARACTERIZAÇÃO GERAL DO MUNICÍPIO:** abordagem sobre as características principais do município do Rio Grande, tais como aspectos fisiográficos, recursos hídricos e uso da água, demografia, socioeconomia, aspectos políticos administrativos e culturais, serviços públicos, planejamentos municipais, zoneamento urbano, uso do solo, infraestrutura urbana existente e avaliação da legislação ambiental;

**ETAPA 3 - ELABORAÇÃO DOS DIAGNÓSTICOS SETORIAIS DE SANEAMENTO:** abordagem sobre os serviços de saneamento prestados para a população do Rio Grande, enfocando a realidade local e atual, aspectos operacionais, aspectos legais, fragilidades ambientais e necessidades;

**ETAPA 4 - ELABORAÇÃO DO PROGNÓSTICO E PROPOSIÇÃO DE ALTERNATIVAS PARA O PMSB:** abordagem sobre objetivos e metas pretendidos para o PMSB, envolvendo a projeção do crescimento populacional, envolvendo cenarização, proposição de intervenções, chegando à formulação de arranjos institucionais, jurídicos e socioeconômicos;

**ETAPA 5 - FORMULAÇÃO DE PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES EM SANEAMENTO:** as ações previstas para integrarem o PMSB deverão ser descritas e avaliadas técnica, econômica, social e ambientalmente;

**ETAPA 6 - DEFINIÇÃO DOS MECANISMOS E PROCEDIMENTOS DE MONITORAMENTO DAS AÇÕES DO PMSB:** indicação das formas de acompanhar a evolução das propostas formuladas no PMSB, através de índices de avaliação, envolvendo inclusive a participação da sociedade;

**ETAPA 7 - ELABORAÇÃO DA VERSÃO FINAL DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO:** Emissão de relatórios contendo todas as atividades desenvolvidas em suas diversas versões, desde a inicial, destinada à análise, até a final, direcionada para o cumprimento das metas estabelecidas pela municipalidade.

Dessa forma, estão claramente definidos a abrangência territorial, os objetivos e o escopo do presente estudo e planejamento que visa elaborar o Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB do Município do Rio Grande.



### 1.3 Conteúdo do Presente Relatório

O presente “Relatório de Diagnóstico do Saneamento Básico” insere-se no escopo dos serviços de elaboração do “Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) do Município do Rio Grande”, conforme relação de produtos a serem fornecidos. O seu objetivo é apresentar o diagnóstico dos serviços de saneamento prestados para a população do Rio Grande, enfocando a situação local e atual, aspectos operacionais, aspectos legais, fragilidades ambientais e necessidades, como parte integrante da etapa de diagnóstico do Plano, a qual embasará as fases de prognóstico, da definição de objetivos, diretrizes e metas e do detalhamento de seus programas, projetos e ações.

Assim, o presente relatório foi elaborado conforme o que prescreve o Termo de Referência e a correspondente Proposta Técnica vencedora da licitação. Este relatório consolida o Produto 2: Diagnóstico da Situação do Saneamento Básico e de seus Impactos nas Condições de Vida e no Âmbito Natural, o qual compreende os seguintes subprodutos:

- Subproduto 2.1 – Caracterização do Município;
- Subproduto 2.2 – Diagnóstico do Saneamento Básico

Este relatório complementa o subproduto 2.1, que apresentou a caracterização do município do Rio Grande, e consolida o diagnóstico dos 4 setores do saneamento básico que integram o PMSB. O Subproduto 2.2 está estruturado em três Tomos, que apresentam os diagnósticos setoriais, a saber:

- Tomo I: Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário
- Tomo II: Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos
- Tomo III: Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais.

Nestes tomos buscou-se identificar as estruturas existentes, físicas e organizacionais, assim como as deficiências existentes e suas causas, para que seja possível indicar as alternativas ao longo dos próximos 20 anos, para a melhoria dos serviços quando do Prognóstico, objeto da próxima fase do presente Plano.

O presente documento refere-se ao Tomo III: Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais, o qual foi elaborado a partir dos dados disponibilizados pela Prefeitura Municipal, em especial a Secretaria de Obras e Viação, responsável pelos serviços, bem como a partir de pesquisas bibliográficas e vistorias de campo.

Tendo em vista que, historicamente, os municípios não dispõem de cadastros completo das estruturas que integram o sistema de drenagem urbana, atenta-se para a extrema necessidade de realização deste cadastro no município do Rio Grande, com vistas a possibilitar a melhor análise da capacidade de transporte, manutenção e estado das estruturas do sistema.



## 2 DIRETRIZES GERAIS ADOTADAS



## 2 DIRETRIZES GERAIS ADOTADAS

De acordo com as diretrizes do Ministério das Cidades, que orientam o presente Plano, o Diagnóstico é a base orientadora dos prognósticos, da definição de objetivos, diretrizes e metas e do detalhamento de seus programas, projetos e ações.

Consolida informações sobre as condições de salubridade ambiental e dos serviços de saneamento básico, considerando os dados atuais e projeções com: o perfil populacional; o quadro epidemiológico e de saúde; os indicadores socioeconômicos e ambientais; o desempenho na prestação de serviços; e dados de outros setores correlatos.

O Diagnóstico contempla a perspectiva da sociedade e, para tanto, adota mecanismos de pesquisa e diálogo que garantam a integração dessas duas abordagens. As reuniões comunitárias, audiências e consultas serão os meios para a elaboração de um diagnóstico participativo da perspectiva da sociedade.

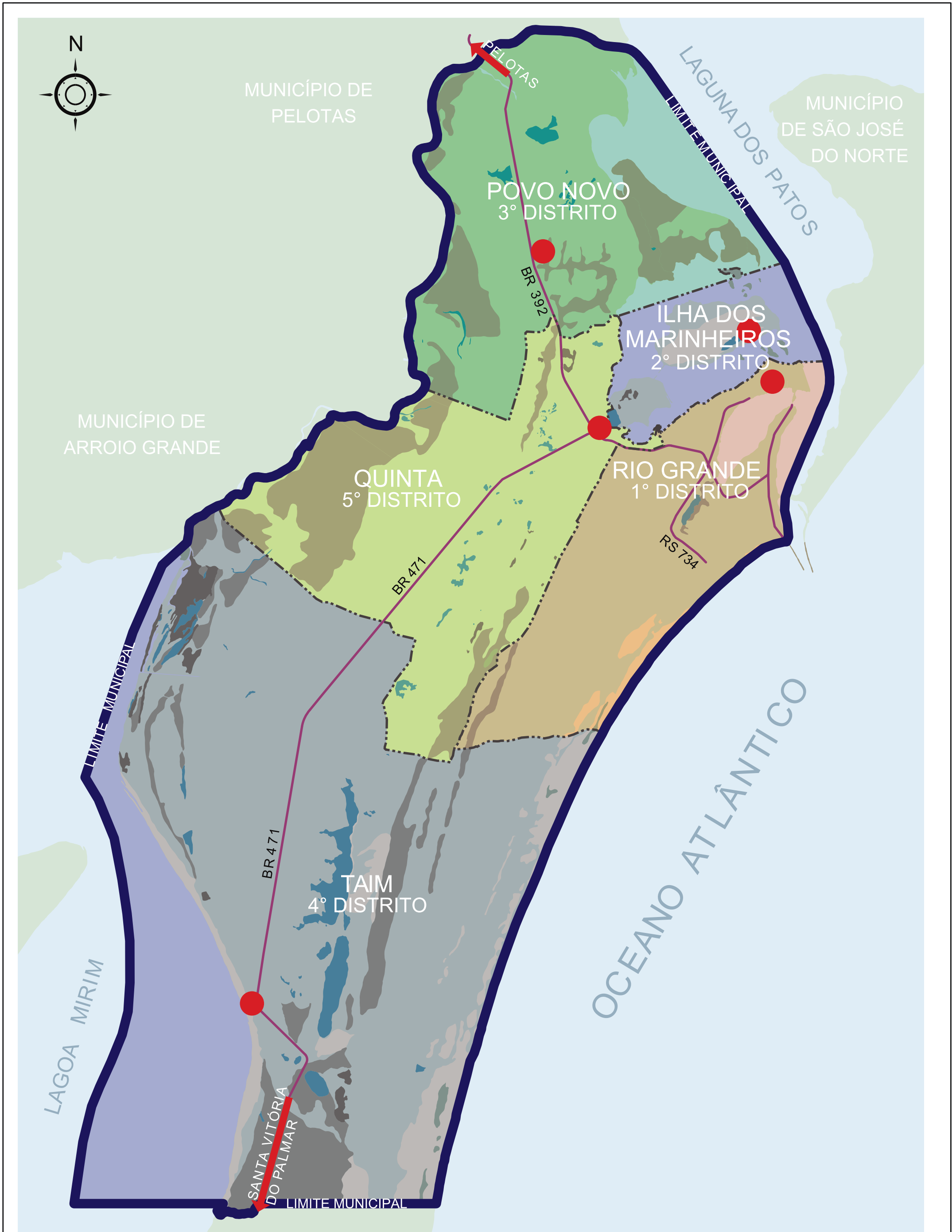
Na perspectiva técnica, os estudos utilizam indicadores e informações das diferentes fontes formais dos sistemas de informações disponíveis.

O Diagnóstico abrange todo o território do município, tomando como base os 5 (cinco) distritos referendados no seu Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, como segue:

- 1º Distrito: denomina-se Rio Grande e tem como sede a Cidade do Rio Grande. Está subdividido em 1º Subdistrito: Cidade do Rio Grande; 2º Subdistrito: Balneário Cassino;
- 2º Distrito: denomina-se Ilha dos Marinheiros e tem como sede a Vila do Porto do Rei. Abrange além da Ilha dos Marinheiros, a ilha dos Cavalos, das Pombas, das Cabras, da Pólvora, da Constância, do Leonídio, e do Caldeirão;
- 3º Distrito: denomina-se Povo Novo e tem como sede a Vila do Povo Novo. Abrange também as ilhas da Torotama, dos Carneiros, dos Mosquitos e do Martin Coelho;
- 4º Distrito: denomina-se Taim e tem como sede a Vila do Taim. Abrange ainda as ilhas Grande e Pequena. Abriga a parte da Estação Ecológica do Taim;
- 5º Distrito: denomina-se Vila da Quinta e tem como sede a própria Vila da Quinta.

A visão geral da divisão geográfica dos distritos segue na Figura 2.1.





Fonte: Plano Diretor Participativo do Município do Rio Grande





### 3 CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS BÁSICOS



### 3 CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS BÁSICOS

A crescente urbanização das cidades brasileiras observada nas últimas décadas tem sido acompanhada por grandes problemas relacionados a praticamente todos os aspectos da infraestrutura: transporte, habitação, abastecimento, dentre outros. A drenagem pluvial não é exceção, a impermeabilização gerada pelo padrão de urbanização faz com que uma parcela de água que infiltrava no solo passe a compor o escoamento superficial, com aumento dos volumes escoados e das vazões de pico, ao mesmo tempo em que o tempo de concentração se reduz, o que faz com que os hidrogramas de cheias tornem-se mais críticos. Essas alterações provocam um aumento na frequência e gravidade das inundações, causando, também, a deterioração da qualidade da água.

A prática tradicional em projetos de drenagem pluvial para evitar os alagamentos nas áreas urbanas tem sido a de soluções localizadas, buscando a rápida evacuação das águas para longe dos centros de geração do escoamento. Essa prática mostra-se insuficiente, além de apresentar altos custos. O projeto de drenagem é realizado, na maioria das vezes, procurando resolver um problema pontual, não identificando os impactos que essa solução pode gerar nas regiões a jusante. Muitas vezes, uma alternativa pode ser aparentemente razoável quando pensada e planejada isoladamente, mas inviável ou ineficiente quando o conjunto da bacia é considerado. As soluções localizadas resolvem o problema da cheia em uma área, mas o transferem para jusante, exigindo, assim, o redimensionamento da rede de drenagem de jusante e resultando em custos cada vez mais elevados devido às dimensões das novas estruturas.

Para resolver este problema, novas soluções têm sido pensadas e estudadas, procurando favorecer o controle na fonte, através de uma abordagem compensatória, ou ambientalista. As soluções compensatórias de drenagem, agindo em conjunto com as estruturas convencionais, buscam compensar os efeitos da urbanização. Dessa forma, os princípios de controle passam a priorizar o planejamento do conjunto da bacia, evitando a transferência dos impactos para jusante, através da utilização de dispositivos de infiltração, detenção e retenção.

Os Planos Diretores de Saneamento Básico analisam as diferentes interações entre as componentes do Saneamento Básico no nível de gestão, fornecendo assim subsídios para a planificação mais específica em cada uma das áreas. No caso da drenagem urbana se dá através do Plano Diretor de Manejo de Águas Pluviais.

O Plano Diretor de Manejo de Águas Pluviais tem o objetivo de criar os mecanismos de gestão da infraestrutura urbana relacionados com o escoamento das águas pluviais e dos rios na área urbana. Busca planejar a distribuição da água no tempo e no espaço, com base na tendência de ocupação urbana, compatibilizando esse desenvolvimento e a infraestrutura, para evitar prejuízos econômicos e ambientais. Também procura controlar a ocupação de áreas de risco de inundação através de restrições nas áreas de alto risco, além de propiciar as condições para convivência com as enchentes nas áreas de baixo risco.

Além da localização especialmente crítica da cidade, a ocupação urbana na cidade do Rio Grande avançou com grandes aterros em áreas de banhados (marismas), áreas extremamente planas e com baixa capacidade de drenagem, modificando a circulação local e criando uma alta susceptibilidade a eventos de inundações (FERREIRA e ROBAINA, 2010).

A forte industrialização dos últimos anos que marca as características socioeconômicas do município se expressa por um impacto demográfico, que aliado à carência de habitações de interesse social acessíveis, gera um crescente avanço de ocupações irregulares, sem infraestrutura e muito vulneráveis a processos naturais. A associação de susceptibilidade com vulnerabilidade faz da cidade do Rio Grande uma área de risco de inundações, identificados pelo grande número de ocorrências nos últimos 29 anos (FERREIRA e ROBAINA, 2010).



Nesta situação crítica é necessário o estudo e a discussão das características físicas, sociais e particulares da drenagem urbana, para estabelecer estratégias de ações preventivas, de mitigação e de emergência integradas e mais qualificadas que permitam um convívio sustentável da cidade com o seu meio ambiente.

Este item apresenta os dados básicos necessários à elaboração do PMSB que dizem respeito às características físicas, institucionais e hidráulicas da bacia hidrográfica.

As informações foram coletadas, qualificadas, tratadas, consolidadas, georreferenciadas (quando necessário) e incorporadas a uma base de dados. Quando possível, e de acordo com a relevância das informações, foram incorporadas a um Sistema de Informações Geográficas (SIG) possibilitando, adicionalmente, a elaboração de mapas temáticos.

As características levantadas envolvem dados e informações acerca de: i) uso do solo, ii) tipo de solo, iii) topografia, iv) condições de drenagem, v) infraestrutura, vi) instituições.

A seguir são apresentadas as características físicas relativas à área de estudo. Os aspectos relativos à infraestrutura e informações institucionais são apresentados em capítulos específicos na sequência deste relatório.

### 3.1 Características Físicas da Área de Estudo

Rio Grande possui uma área de 2.814 km<sup>2</sup> e segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010), conta uma população residente total de 197.228 habitantes, dos quais 96,07% residem na área urbana, resultado de sua economia eminentemente industrial e de serviços. Administrativamente está dividido em 5 distritos, apresentados no item 2 e na Figura 2.1.

Pela sua vez, dentro destes distritos existem quatro perímetros urbanos sobre os quais irá desenvolver-se este trabalho, a saber: perímetro urbano da cidade do Rio Grande e os núcleos autônomos dos distritos da Quinta, Povo Novo e Taim.

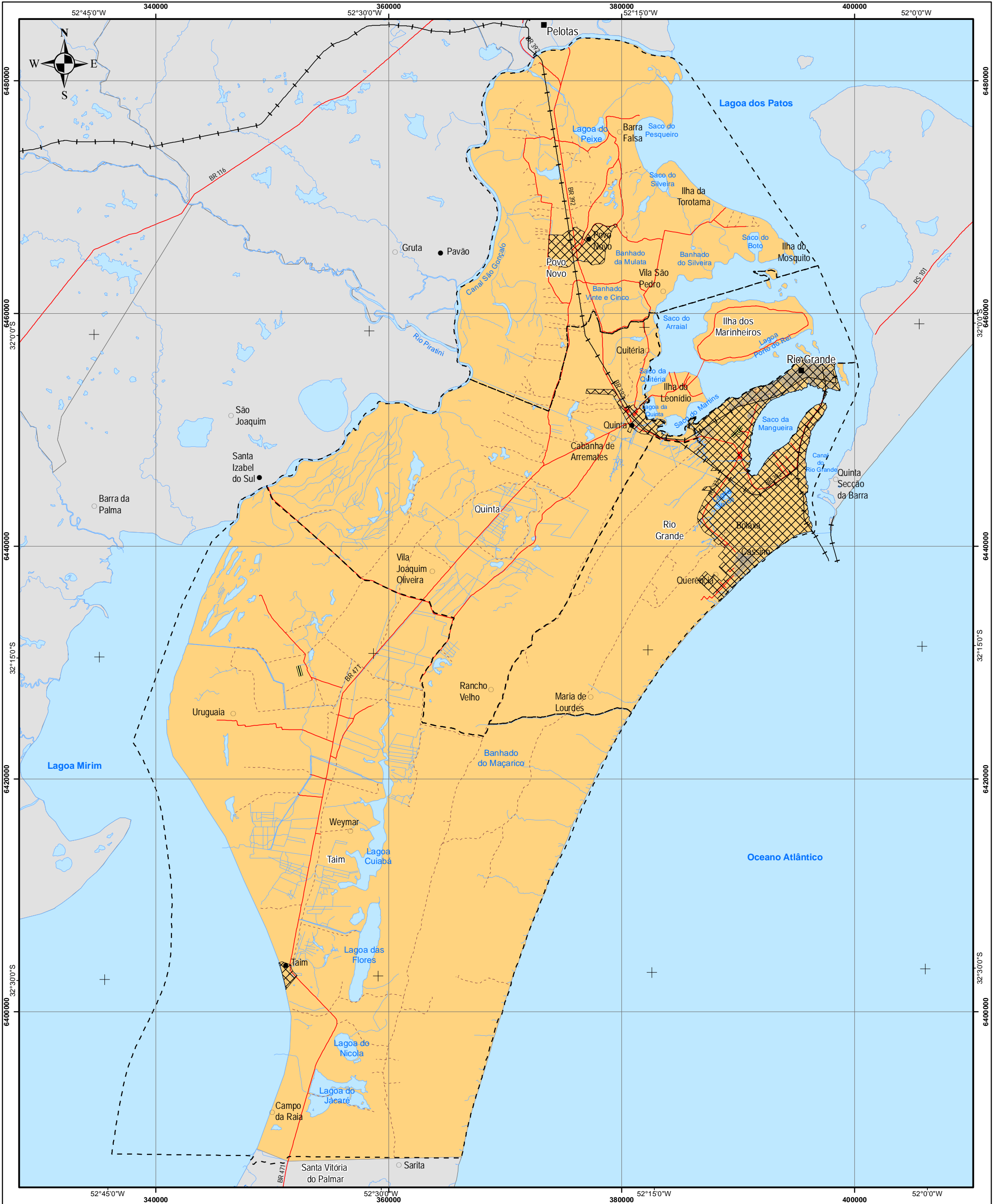
Conforme pode observar-se na Figura 3.1, o perímetro urbano da cidade do Rio Grande está sobre um estreito pontal arenoso de orientação geral NE-SW que se projeta para o interior da região estuarina da Lagoa dos Patos (a sudoeste do estuário), com cota altimétrica da ordem de 5 metros, constituído por terrenos de formação da Planície Costeira do Rio Grande do Sul (VIEIRA e RANGEL, 1988).

Hidrograficamente, o município está dentro do Sistema Patos-Mirim, um sistema que abrange mais de metade do Estado (~200.000 km<sup>2</sup>) e que tem como escoadouro natural a Lagoa dos Patos (~10.000 km<sup>2</sup>), a maior laguna costeira estrangulada do mundo (KJERFVE, 1986), cuja única ligação com o oceano é uma estreita desembocadura de cerca de 620 m de largura – a Barra do Rio Grande.

O afunilamento natural do estuário em direção ao mar é decisivo, pois o estreito canal da Lagoa dos Patos (ou Barra do Rio Grande) atenua os avanços da onda de maré (0,47m) para dentro do estuário fazendo com que a hidrodinâmica estuarina seja controlada predominantemente pelas relações entre a descarga fluvial e a ação dos ventos (MÖLLER e FERNANDES, 2010).

As direções de vento mais frequentes são as que sopram paralelos à orientação da costa e ao eixo da laguna, ou seja, os de NE e SW. A resposta das águas da laguna à ação do vento NE é o empilhamento de água na parte sul causando uma elevação no nível do estuário em relação à parte norte (FERREIRA e ROBAINA, 2010). No oceano adjacente, o vento NE empurra as águas costeiras em direção ao oceano (na direção perpendicular para esquerda à direção do vento) o que causa uma depressão no nível da região costeira. Essa diferença de nível entre o estuário e o oceano gera uma pressão responsável por bombear água para fora da laguna. Já em relação à ação do vento SW, a resposta hidrodinâmica é oposta à encontrada sob o vento NE (CASTELÃO e MÖLLER, 2003).





**Legenda**

- Sedes Municipais
- Vilas
- Localidades
- Ferrovias
- ✈ Aeroporto
- - - Caminho/trilha
- Estrada
- Rua
- Hidrografia
- Distritos
- ▣ Area Urbana
- Rio Grande

Fonte:  
 Sede Municipal - DSG  
 Vilas - DSG  
 Localidades - DSG  
 Sistema Viário - DSG  
 Hidrografia - DSG e SMMA  
 Distritos - SMMA  
 Limite Municipal - SMMA

1:300.000  
 Sistema de Coordenadas UTM  
 SIRGAS 2000  
 Fuso 22



Plano Municipal de Saneamento Básico - RIO GRANDE / RS

Especificação:  
 Áreas Urbanas do  
 Município de Rio Grande

Figura Nº:  
 3.1





### 3.1.1 Relevo da Área em Estudo

A análise do relevo topográfico é um dos pontos mais importantes dentro de um Plano Municipal de Saneamento Básico, já que o mesmo interfere na localização de estruturas como redes de água, esgoto cloacal, aterros, e particularmente na drenagem pluvial, nas características das cheias que ocorrem nas bacias urbanas, uma vez que a velocidade do escoamento depende diretamente das declividades.

Com dados precisos do terreno existe uma melhor capacidade de analisar as bacias hidrográficas, e, assim, prever pontos de escoamento e inundações, que, em particular em Rio Grande, para a determinação da zona atingível pela água do mar uma vez que, o nível da maré pode atingir grandes áreas, principalmente em terrenos planos.

Para a elaboração de um mapa de relevo deve-se fazer o levantamento de cotas. Esse levantamento pode ocorrer por nivelção tradicional, com níveis ou estação total, GPS geodésico ou por análise de imagens de satélite com altimetria, por exemplo, imagens do Shuttle Radar Topographic Mission - SRTM, Satélite ASTER, etc.

Quando não se dispõe dos dados tradicionais e no caso estudos no nível de gestão, tal como o PMSB do Rio Grande, podem ser utilizados produtos derivados de satélite para suprir a topografia. Dentro destes produtos se destacam os produtos derivados do SRTM. O SRTM é um sistema de radar especialmente modificado para adquirir dados de altimetria tendo imagens com pixel de 90x90 metros para a região da América do Sul.

Um dos produtos derivados do SRTM (RABUS *et al.*, 2003) é o TOPODATA, elaborado pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). Os produtos do projeto TOPODATA são derivados do processo de refinamento das imagens SRTM que transforma sua resolução espacial original, de ~90 m para ~30 m utilizando o método de "krigagem", além de diversas análises geomorfológicas, introduzindo algumas melhoras na qualidade da informação.

Através da análise do histograma de cotas da área urbana do Rio Grande feita por imagens SRTM (Figura 3.2) é possível notar que a maior parte da cidade tem cotas inferiores a 12 metros e que 20% de todas as cotas estão abaixo de 3 metros que, como é possível constatar em diversos estudos, entre eles Rodriguez *et al* (2005), Rede Cooperativa de Pesquisa (2007) e Tomé e Campelo Correia (2012), é o erro médio encontrado nas análises de imagens SRTM. Isso significa que pontos encontrados no nível do mar podem ser tomados, por exemplo, 3 metros acima do seu nível real e considerados como áreas sem risco de enchentes, quando na realidade são potenciais pontos de alagamento.

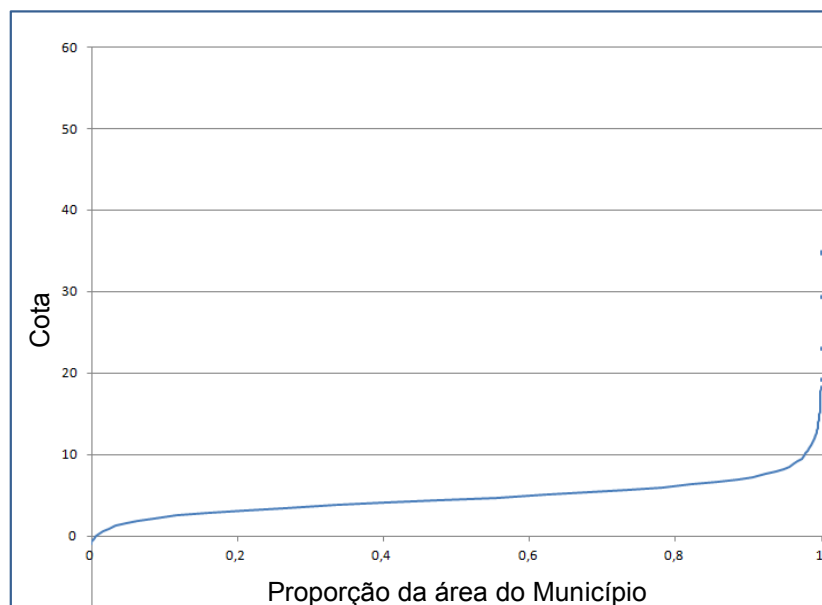


Figura 3.2: Histogramas das cotas da região urbana do Município do Rio Grande





Com base nos dados dos estudos de comparação entre levantamentos com imagens SRTM e levantamentos GPS é indicado que os dados a serem utilizados possuem confiabilidade mínima para um estudo no nível de gestão como aqui proposto, no entanto, é importante que em futuras revisões deste estudo ou na elaboração de estudos de drenagem urbana sejam empregados dados mais exatos uma vez que um erro médio de 3 metros, representa diferenças na área de aproximadamente 20%.

Lembrando ainda que, diversos autores têm alertado para a sensibilidade que o SRTM apresenta com relação à vegetação e outros objetos presentes sobre a superfície terrestre, como antenas e edificações, que atrapalham a percepção da superfície terrestre e a extração de variáveis morfométricas, tais como declividade, orientação de vertentes, curvatura horizontal e vertical, divisores de água, entre outras (Valeriano, 2004).

### 3.1.2 Delimitação das Sub-bacias de Drenagem na Área Urbana

A complexa hidrologia do município do Rio Grande indica que as bacias escoam para diversos sistemas, conforme pode ser visto na Figura 3.3. Destacam-se o Sistema Lagoa dos Patos, o Sistema Saco da Mangueira, o Sistema Canal São Gonçalo, o Sistema Lagoa Mirim e o Sistema Oceano Atlântico.

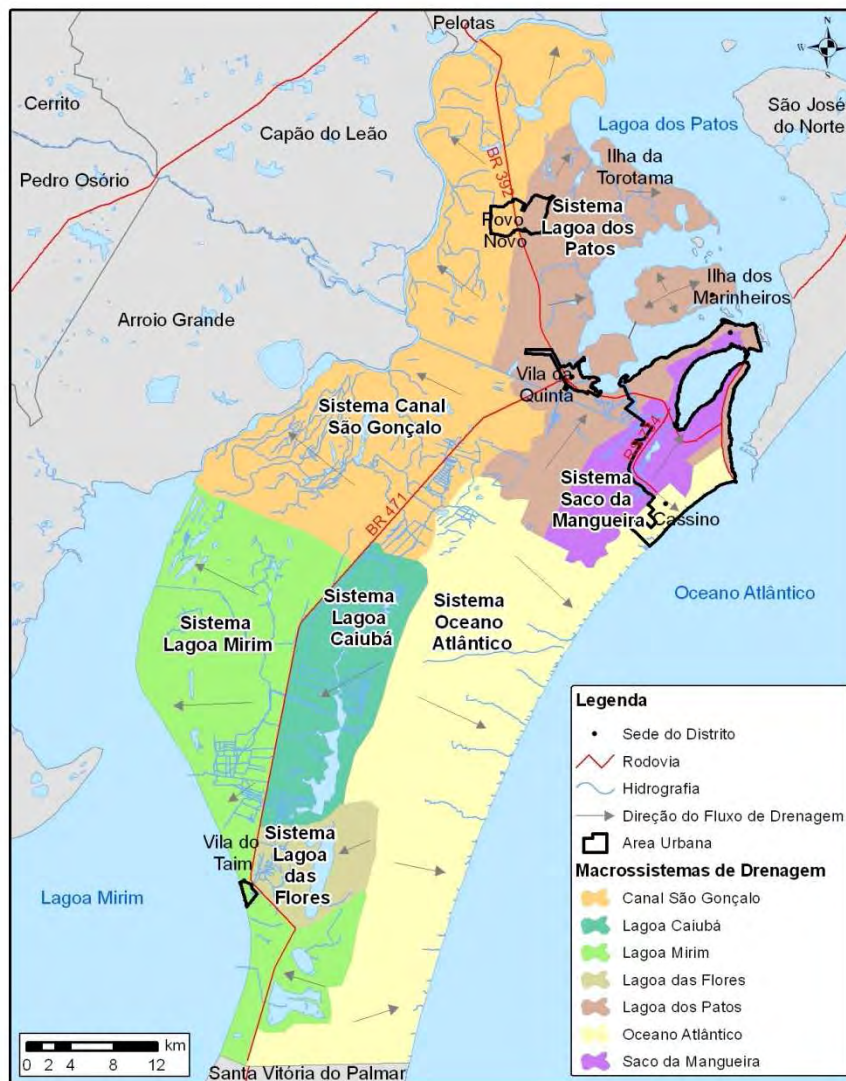


Figura 3.3: Sistemas de Drenagem do Município do Rio Grande

Consideradas apenas a área urbana do município, no caso do subdistrito do Rio Grande, as águas podem drenar para o Estuário da Lagoa dos Patos, para o Saco da Mangueira ou para o Canal do Rio Grande (Figura 3.4). Neste estudo consideraram-se, por simplicidade como áreas receptoras a Lagoa dos Patos e o Saco da Mangueira. Já no caso do subdistrito do Balneário Cassino, a área receptora das águas é o Oceano Atlântico.



Figura 3.4: Área urbana do Distrito do Rio Grande. Fonte: Plano Diretor Participativo do Município do Rio Grande

Na área urbana do distrito da Quinta, as águas podem drenar para a lagoa da Quinta, o Saco do Martins ou diretamente para a Lagoa dos Patos (Figura 3.5). Aos fins deste estudo é considerada a drenagem para a Lagoa dos Patos.





No caso da área urbana do Taim, ela escoar para a Lagoa Mirim num intrincado sistema que será analisado em detalhe mais na frente, em conjunto com a drenagem de cada um dos distritos. O restante do distrito do Taim possui diversos sistemas de drenagem os quais podemos citar o da Lagoa Caiubá, Lagoa das Flores, Lagoa Mangueira, Lagoa do Nicola, Lagoa Mirim e Oceano Atlântico.



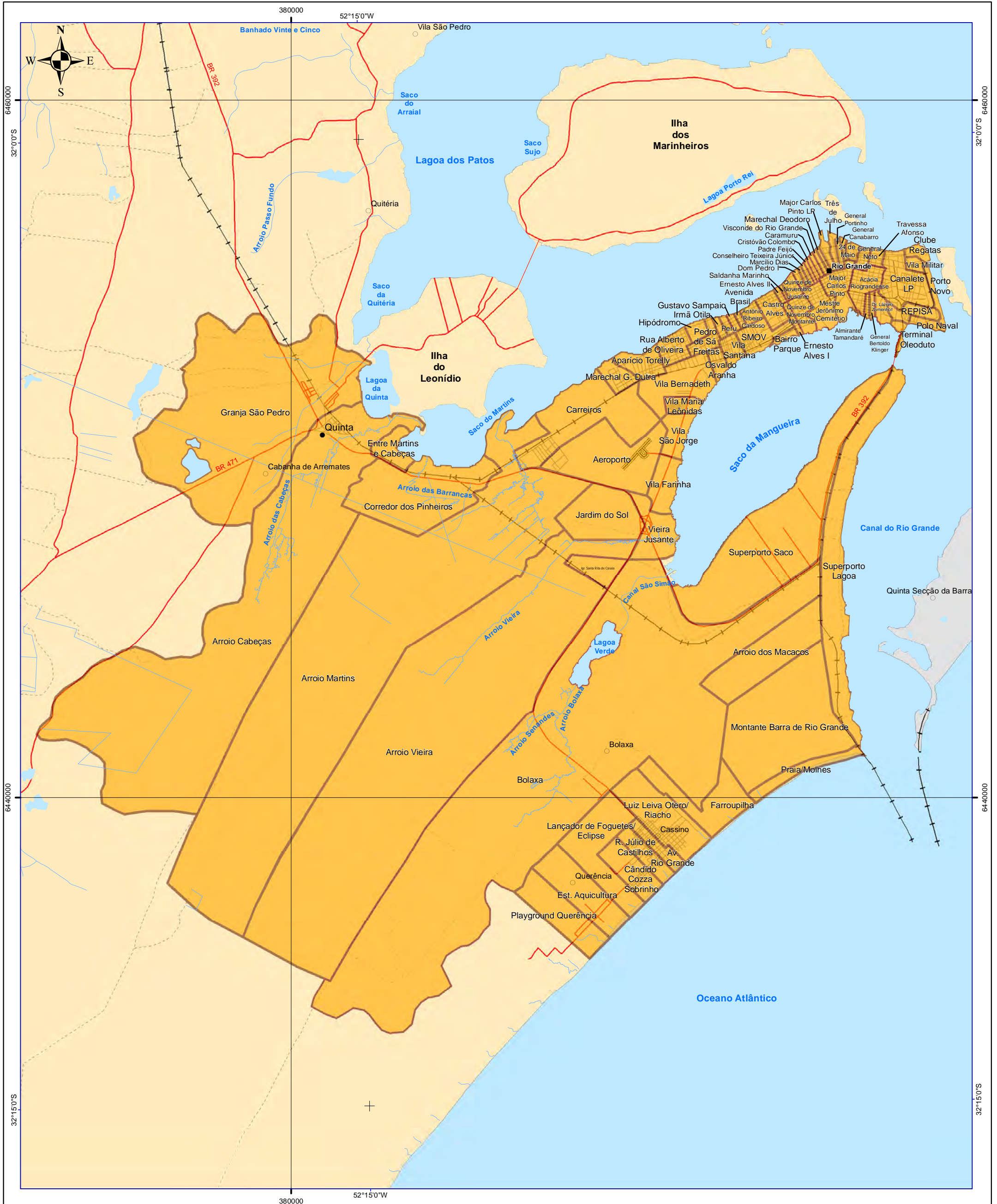
Figura 3.7: Área urbana do Distrito do Taim. Fonte: Plano Diretor Participativo do Município do Rio Grande

Para apresentação de resultados deste Plano são utilizadas sub-bacias de menor tamanho ou unidades de gerenciamento da drenagem urbana. As unidades foram definidas levando em consideração a relação entre as características físicas, os recursos hídricos e os aspectos políticos e socioeconômicos.

A organização das bacias foi realizada em três etapas: na primeira, procedeu-se uma divisão da área urbana de cada um dos distritos nas macrobacias afluentes para cada um dos sistemas receptores. Em uma segunda etapa, tomando como referência os principais rios, córregos e redes levantadas nas macrobacias urbanas a partir das informações fornecidas pela Prefeitura (em anexo), assim foi realizada uma delimitação preliminar em sub-bacias hidrográficas. Na terceira etapa esta delimitação preliminar foi revisada com visitas *in loco* e, posteriormente, com o auxílio da equipe técnica de acompanhamento, que possui grande experiência de trabalho nas bacias do Município.

No desenvolvimento deste Plano, as sub-bacias são consideradas as bacias elementares de estudo e são apresentadas para o Distrito do Rio Grande e da Quinta na Figura 3.8, sendo a Figura 3.9 um detalhe da área central do Rio Grande e, finalmente, o Povo Novo na Figura 3.10. A região do Taim será descrita em detalhe no item correspondente.





**Legenda**

- Sedes municipais
- Vilas
- Localidades
- ▬ Aeroporto
- - - Caminho/trilha
- Estrada
- Rua
- + Ferrovia
- ~ Hidrografia
- 📍 Bacias Elementares
- ⬜ Distritos
- 📍 Rio Grande

Fonte:  
 Sede Municipal - DSG  
 Vilas - DSG  
 Localidades - DSG  
 Sistema Viário - DSG  
 Hidrografia - DSG e SMMA  
 Distritos - SMMA  
 Limites Municipal - SMMA  
 Bacias Elementares - ENGEPLUS

1:100.000  
 Sistema de Coordenadas UTM  
 SIRGAS 2000  
 Fuso 22

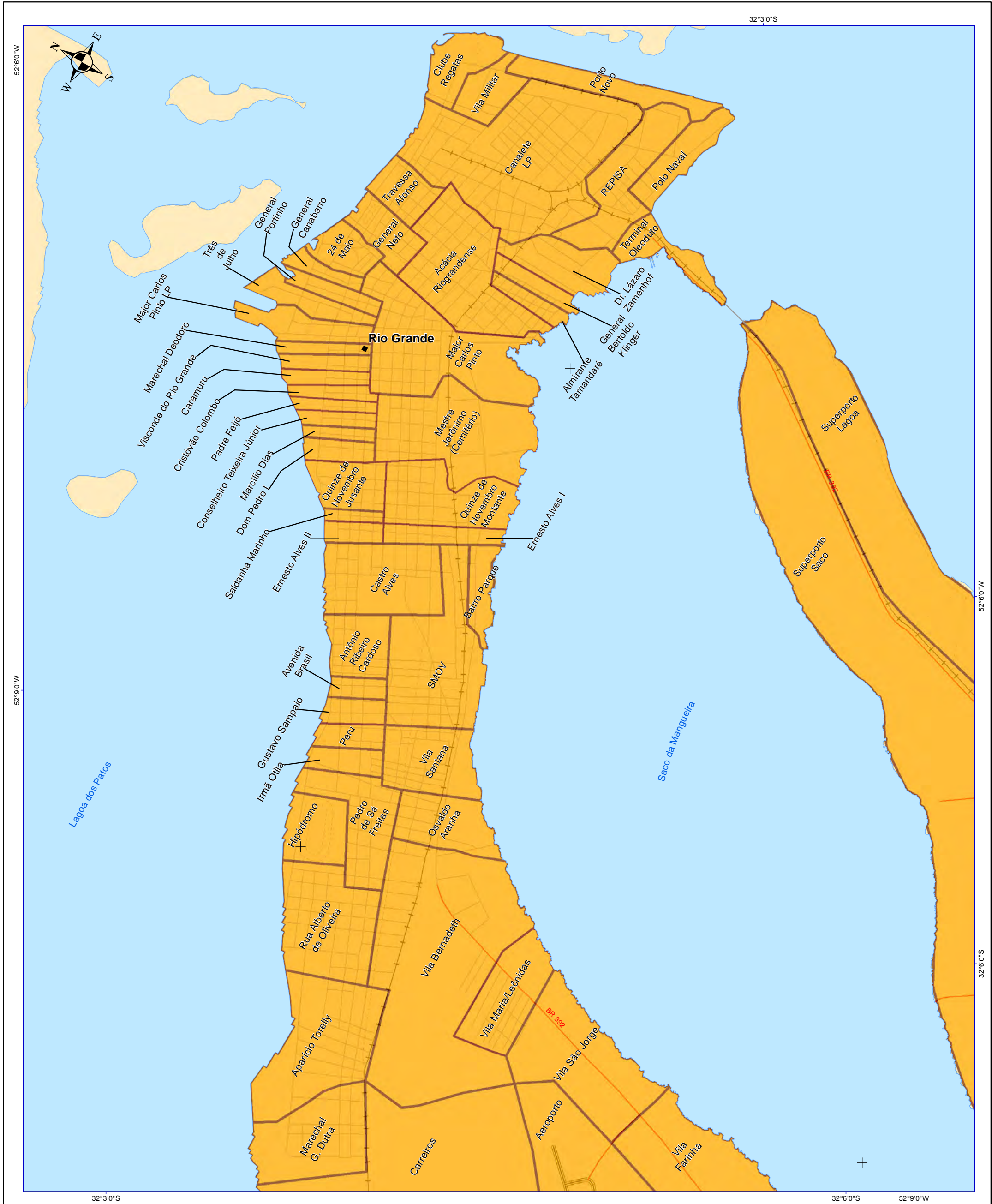


Plano Municipal de Saneamento Básico - RIO GRANDE / RS  
 Especificação:  
 Delimitação das Bacias Elementares do Distrito do Rio Grande e Distrito da Quinta

Figura Nº:  
 3.8







- Legenda**
- Sedes municipais
  - ✈ Aeroporto
  - Caminho/trilha
  - Estrada
  - Rua
  - + Ferrovia
  - ~ Hidrografia
  - 📍 Bacias Elementares
  - 🟡 Rio Grande

Fonte:  
 Sede Municipal - DSG  
 Sistema Viário - DSG  
 Hidrografia - DSG e SMMA  
 Limite Municipal - SMMA  
 Bacias Elementares - ENGEPLUS

1:30.000  
 Sistema de Coordenadas UTM  
 SIRGAS 2000  
 Fuso 22



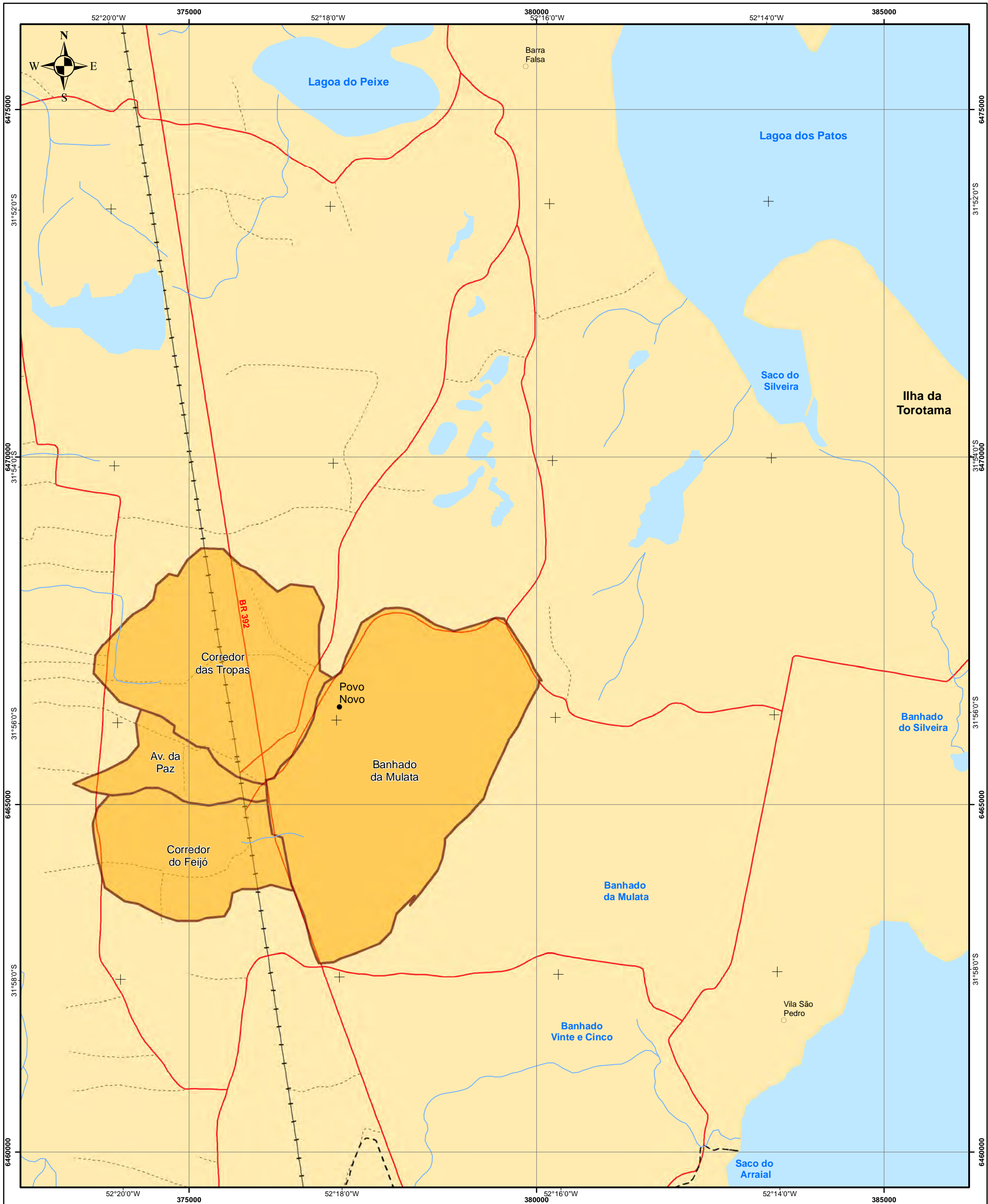
Plano Municipal de Saneamento Básico - RIO GRANDE / RS

Especificação: Detalhe das bacias elementares do Distrito do Rio Grande

Figura Nº: 3.9







**Legenda**

- Vilas
- Localidades
- - - Caminho/trilha
- Estrada
- Rua
- + Ferrovia
- ~ Hidrografia
- Bacias Elementares
- Distritos
- Rio Grande

Fonte:  
 Vilas - DSG  
 Localidades - DSG  
 Sistema Viário - DSG  
 Hidrografia - DSG e SMMA  
 Distritos - SMMA  
 Limite Municipal - SMMA  
 Bacias Elementares - ENGEPLUS

1:50.000  
 Sistema de Coordenadas UTM  
 SIRGAS 2000  
 Fuso 22



Plano Municipal de Saneamento Básico - RIO GRANDE / RS

Especificação:  
 Delimitação das Bacias Elementares do  
 Distrito do Povo Novo

Figura Nº:  
 3.10





### 3.1.3 Declividades da Área de Estudo

As declividades medem a inclinação da superfície do solo em relação à horizontal. Elas são importantes para avaliar a velocidade do escoamento, o risco de erosão, dentre outros aspectos. Quanto maior o valor da porcentagem, maior o ângulo de inclinação do terreno.

Na Figura 3.11 observa-se o mapa de declividades do município do Rio Grande, obtido a partir das informações do SRTM, com resolução considerada adequada para esta análise.

A análise das declividades reforça o fato de Rio Grande ser uma cidade extremamente plana, o que, por um lado implica que não existem riscos de enchentes repentinas, mas por outro, que a baixa energia do escoamento implica em um tempo extremamente grande para a evacuação das águas da chuva.

### 3.1.4 Tipo de Solo

A caracterização dos solos da região foi apresentada no relatório de Caracterização Municipal, cujas características estão resumidamente apresentadas no quadro a seguir e a espacialização dos tipos de solo pode ser visualizada na Figura 3.12. Na sequência, os solos serão apresentados de acordo com o grupo hidrológico da metodologia do SCS que será, finalmente, a utilizada para a incorporação do solo às simulações hidrológicas.

Quadro 3.1: Características dos solos de ocorrência no município do Rio Grande

Código	Composição Taxonômica atualizada (Embrapa, 2006)	Material de origem	Erosão	Decliv.	Relevo
E indiscriminados	Espodossolos indiscriminados	sedimentos arenosos	L	0 a 3	p
FTa típico	Plintossolo Argilúvico aluminico típico	sedimentos arenito/basalt.	M/F	0 a 8	p/so
GMbe típico	Gleissolo Melânico Tb eutrófico típico	sedimentos lacustres	N	0 a 3	p
GMve solódico	Gleissolo Melânico Ta eutrófico solódico	sedimentos argilosos/silt.	N	0 a 3	p
GXve câmbico	Gleissolo háplico Ta eutrófico câmbico	sedimentos arenosos/argil.	L	0 a 3	p
OJs salino ou solódico	Organossolo Tiomórfico sáprico salino ou solódico	sedimentos lacustres	N	0 a 3	p
PBACal abruptico	Argissolo Bruno-acinzentado alítico abruptico	arenito	M	3 a 8	so/o
RQo típico	Neossolo Quarzarênico órtico típico	areia	F		o
SXe solódico	Planossolo háplico eutrófico solódico	Sedimentos de granito	N	0 a 3	p

Quadro 3.1: Características dos solos de ocorrência no município do Rio Grande (continuação)

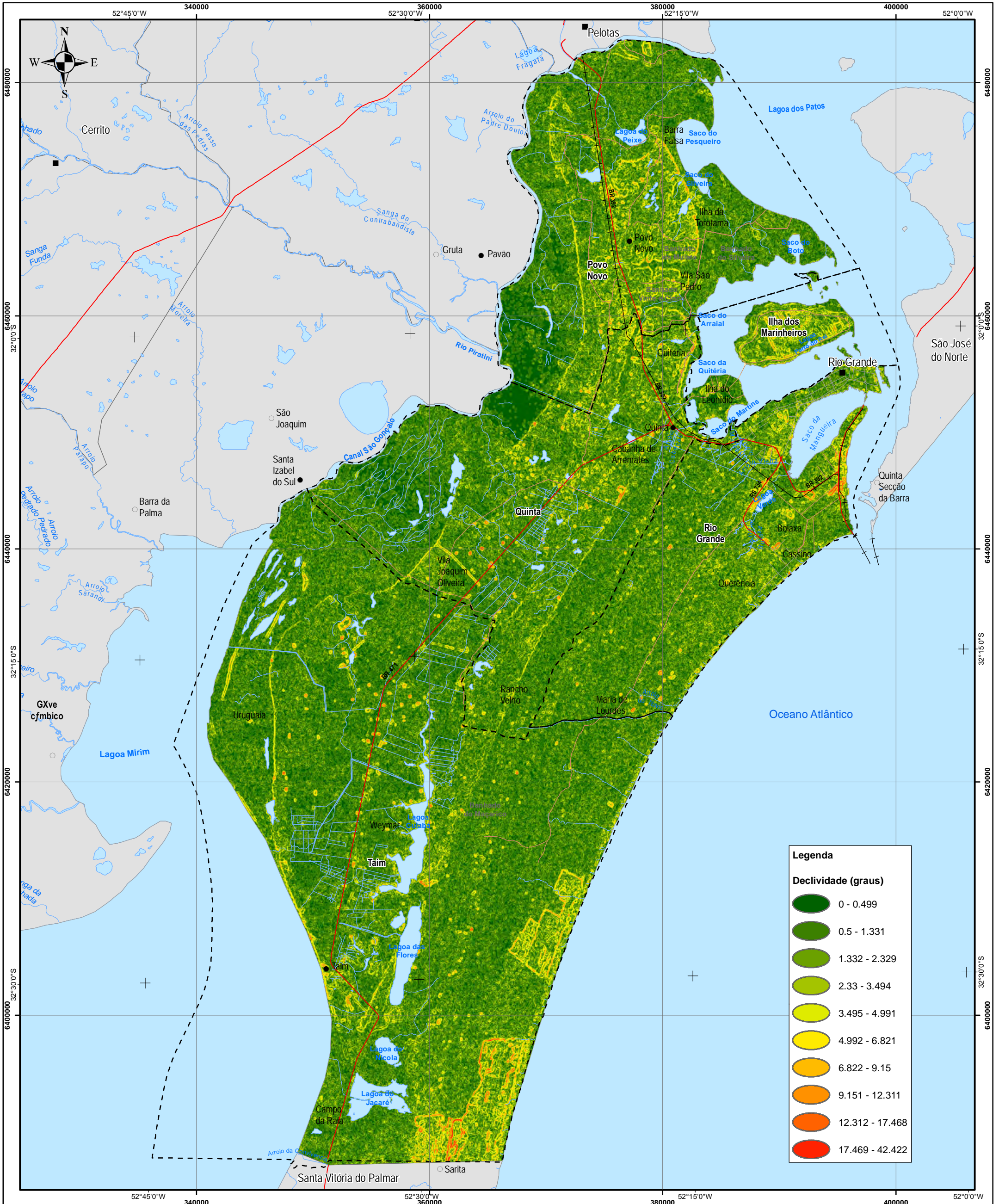
Código	Lençol Freático	Drenagem	Gradiente Textural	Textura	Profund	Área* (km²)	%
E indiscriminados	alto	imperfeita	sem	areia	<100	655,49	24,90
FTa típico	alto	imperfeita	com	média/ argilosa	>150	179,98	6,84
GMbe típico	superficial	mal	sem	argilosa	>100	26,75	1,02
GMve solódico	alto	mal	sem	argilosa	<100	198,82	7,55
GXve câmbico	alto	muito mal	pouco	média	<100	636,34	24,17
OJs salino ou solódico	superficial	mal	com	média/ argilosa	>200	308,75	11,73
PBACal abruptico	suspenso	moderada/ imperf.	abrupto	arenosa/ argilosa	>150	145,69	5,53
RQo típico	ausente	excessiva	sem	areia	>150	362,80	13,78
SXe solódico	alto	imperfeita	abrupto	média/ argilosa	<150	117,99	4,48

N = Nula, L = ligeira, M = moderada, F = Forte

P = plano SO = suave ondulado O = ondulado

\* diferença de área em relação à área territorial do município se deve a diferentes escalas de geometria entre o *shape* do limite municipal e o *shape* do levantamento de solos





**Legenda**

**Declividade (graus)**

	0 - 0.499
	0.5 - 1.331
	1.332 - 2.329
	2.33 - 3.494
	3.495 - 4.991
	4.992 - 6.821
	6.822 - 9.15
	9.151 - 12.311
	12.312 - 17.468
	17.469 - 42.422

**Cartografia Básica**

- Sede Municipal
- Vilas
- Localidades
- Rodovia
- Ferrovia
- Acesso
- Rua Principal
- Hidrografia
- - - Distritos

Fonte:  
 Sede Municipal - DSG  
 Distritos - SMMA  
 Vilas - DSG  
 Localidades - DSG  
 Limite Municipal - SMMA  
 Sistema Viário - DSG e SMMA  
 Hidrografia - DSG e SMMA

1:300.000  
 0 1 2 4 6 8 10 km  
 Sistema de Coordenadas UTM  
 SIRGAS 2000  
 Fuso 22



Plano Municipal de Saneamento Básico - RIO GRANDE / RS

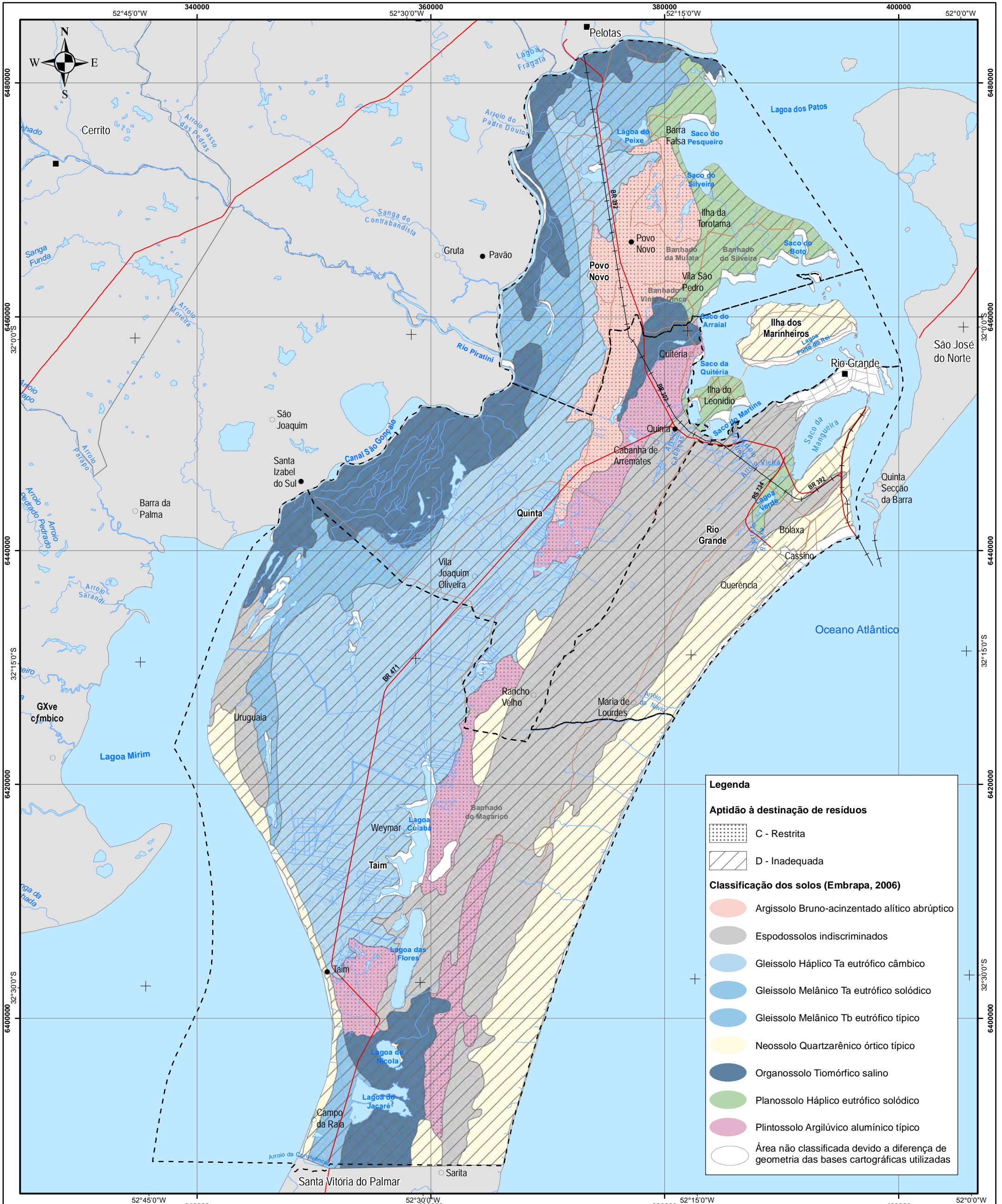
Especificação:

Mapa de Declividade  
 do Município do Rio Grande

Figura Nº:  
 3.11







**Legenda**

**Aptidão à destinação de resíduos**

- C - Restrita
- D - Inadequada

**Classificação dos solos (Embrapa, 2006)**

- Argissolo Bruno-acinzentado alítico abrupto
- Espodossolos indiscriminados
- Gleissolo Háptico Ta eutrófico câmbico
- Gleissolo Melânico Ta eutrófico solódico
- Gleissolo Melânico Tb eutrófico típico
- Neossolo Quartzarênico órtico típico
- Organossolo Tiomórfico salino
- Planossolo Háptico eutrófico solódico
- Plintossolo Argilúvico aluminico típico
- Área não classificada devido a diferença de geometria das bases cartográficas utilizadas

**Cartografia Básica**

- Sede Municipal
- Vilas
- Localidades
- Rodovia
- Ferrovia
- Acesso
- Rua Principal
- Hidrografia
- Distritos

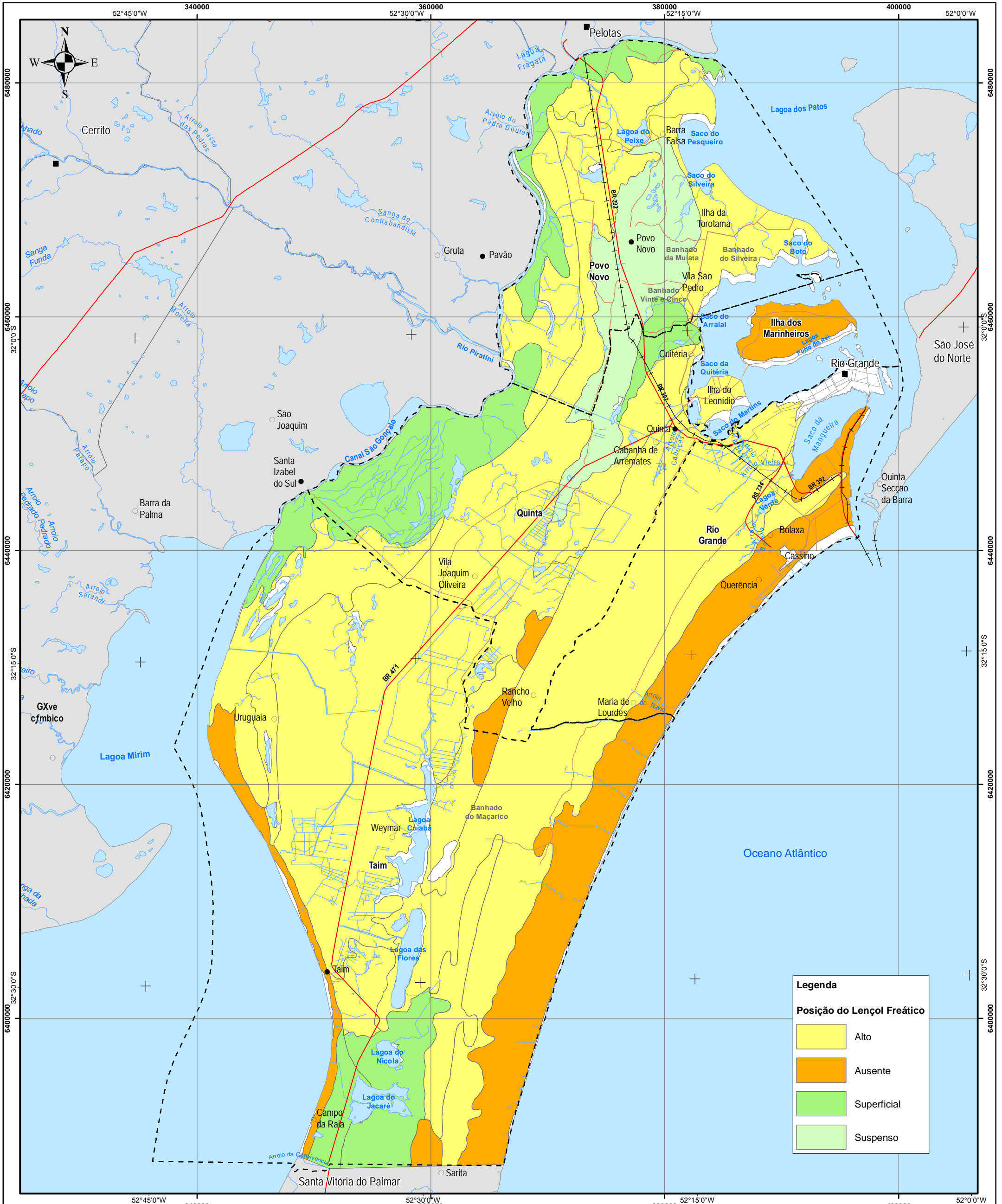
Fonte:  
 Sede Municipal - DSG  
 Distritos - SMMA  
 Vilas - DSG  
 Localidades - DSG  
 Limite Municipal - SMMA  
 Sistema Viário - DSG e SMMA  
 Hidrografia - DSG e SMMA  
 Pedologia - EMBRAPA

1:300.000

0 1 2 4 6 8 10 km

Sistema de Coordenadas UTM  
 SIRGAS 2000  
 Fuso 22





**Legenda**

**Posição do Lençol Freático**

- Alto
- Ausente
- Superficial
- Suspenso

**Cartografia Básica**

- Sede Municipal
- Vilas
- Localidades
- Rodovia
- Ferrovias
- Acesso
- Rua Principal
- Hidrografia
- - - Distritos

Fonte:  
 Sede Municipal - DSG  
 Distritos - SMMA  
 Vilas - DSG  
 Localidades - DSG  
 Limite Municipal - SMMA  
 Sistema Viário - DSG e SMMA  
 Hidrografia - DSG e SMMA

1:300.000  
 0 1 2 4 6 8 10 km  
 Sistema de Coordenadas UTM  
 SIRGAS 2000  
 Fuso 22



Plano Municipal de Saneamento Básico - RIO GRANDE / RS

Especificação:  
**Mapa de Posição do Lençol Freático**

Figura Nº:  
**3.13**





- **Solos de acordo com o grupo hidrológico da metodologia do SCS (CN)**

Para sua posterior utilização na caracterização hidrológica, os tipos de solos encontrados na cidade devem ser classificados segundo o grupo hidrológico ao qual pertencem de acordo com a metodologia desenvolvida pelo *Soil Conservation Service (SCS)*.

O modelo SCS (1964) determina o escoamento superficial a partir de uma equação empírica que requer como entrada a precipitação (observada ou de projeto) e um coeficiente relacionado às características da bacia, conhecido como *curva número (CN)*. Esse coeficiente representa o escoamento superficial potencial das características do tipo e uso do solo na bacia (SHARMA e SINGH, 1992). Assim, o valor do parâmetro CN a ser utilizado nas simulações depende do tipo de solo, das características de ocupação do solo e do estado de umidade do solo no início do evento. Assim, como o método da curva número foi idealizado para bacias com poucos ou sem dados, os tipos de solos foram agrupados em grupos hidrológicos de solo (GHS) onde se distinguem quatro grupos conforme mostrado a seguir (MOCKUS, 1972 *apud* SARTORI *et al.*, 2006):

- *Solo A* – solos que produzem baixo escoamento superficial e alta infiltração. Solos arenosos com pouco silte e argila, ambos profundos e excessivamente drenados (taxa mínima de infiltração maior que 7,62 mm/h);
- *Solo B* – solos menos permeáveis do que o anterior, solos arenosos menos profundos do que o tipo A e com permeabilidade superior a média (taxa mínima de infiltração entre 3,81 e 7,62 mm/h);
- *Solo C* – solos que geram escoamento superficial acima da média e com capacidade de infiltração abaixo da média, contendo porcentagem considerável de argila e pouco profundos (taxa mínima de infiltração entre 1,27 e 3,81 mm/h);
- *Solo D* – solos contendo argilas expansivas e pouco profundas com muito baixa capacidade infiltração, gerando a maior proporção de escoamento superficial (taxa mínima de infiltração menor que 1,27 mm/h).

Uma vez que os tipos de solos são diferentes, e a Classificação Brasileira de Solos é muito mais abrangente que a do SCS, resulta a necessidade de estabelecer uma relação entre as duas metodologias. O agrupamento desses tipos de solo segundo os quatro grupos hidrológicos apresentados na metodologia do SCS foi realizado seguindo a conversão proposta por Sartori *et al.* (2006) que é apresentada no Quadro 3.2.

Quadro 3.2: Conversão entre os tipos de solos da Classificação Brasileira e os tipos de Solos definidos pelos grupos do SCS (Adaptado de Sartori *et al.*, 2006).

Tipo de Solo – Classificação Brasileira	Tipo de Solo Hidrológico - SCS
LATOSSOLO AMARELO, LATOSSOLO VERMELHO AMARELO, LATOSSOLO VERMELHO, ambos de textura argilosa ou muito argilosa e com alta macroporosidade; LATOSSOLO AMARELO E LATOSSOLO VERMELHO AMARELO, ambos de textura média, mas com horizonte superficial não arenoso.	Grupo Hidrológico A
LATOSSOLO AMARELO e LATOSSOLO VERMELHO AMARELO, ambos de textura média, mas com horizonte superficial de textura arenosa; LATOSSOLO BRUNO; NITOSSOLO VERMELHO; NEOSSOLO QUARTZARÊNICO; ARGISSOLO VERMELHO ou VERMELHO AMARELO de textura arenosa/média, média/argilosa, argilosa/argilosa ou argilosa/muito argilosa que não apresentam mudança textural abrupta.	Grupo Hidrológico B
ARGISSOLO pouco profundo, mas não apresentando mudança textural abrupta ou ARGISSOLO VERMELHO, ARGISSOLO VERMELHO AMARELO e ARGISSOLO AMARELO, ambos profundos e apresentando mudança textural abrupta; CAMBISSOLO de textura média e CAMBISSOLO HÁPLICO ou HÚMICO, mas com características físicas semelhantes aos LATOSSOLOS (latossólico); ESPODOSSOLO FERROCÁRBICO; NEOSSOLO FLÚVICO.	Grupo Hidrológico C
NEOSSOLO LITÓLICO; ORGANOSSOLO; GLEISSOLO; CHERNOSSOLO; PLANOSSOLO; VERTISSOLO; ALISSOLO; LUVISSOLO; PLINTOSSOLO; SOLOS DE MANGUE; AFLORAMENTOS DE ROCHA; Demais CAMBISSOLOS que não se enquadram no Grupo C; ARGISSOLO VERMELHO AMARELO e ARGISSOLO AMARELO, ambos pouco profundos e associados à mudança textural abrupta.	Grupo Hidrológico D





De acordo com a classificação sugerida por Sartori *et al.* (2006), observa-se que a maior parte dos tipos de solos ocorrentes na área em estudo está enquadrada no grupo C e D, que correspondem aos solos com alta capacidade de geração de escoamento superficial, ou seja, com capacidade de infiltração entre abaixo da média e baixa, restando faixas de solos mais permeáveis nas praias.

Em termos gerais, nas diferentes áreas urbanas, os solos predominantes são do tipo C. A Figura 3.14 apresenta a divisão dos solos SCS para os Distritos do Rio Grande, da Quinta e do Povo Novo e a Figura 3.15 para o Distrito do Taim.

### 3.1.5 Ocupação Histórica e Atual

A análise histórica da expansão urbana do município e seus reflexos sobre a sua drenagem pluvial foi abordado no item 5.1, do relatório de caracterização municipal, com base no artigo de Jefferson Ferreira e Luís Eduardo de Sousa ROBAINA – 2010 UFSM, “Expansão urbana e o estabelecimento do risco aos desastres por inundação: o caso de Rio Grande/RS”, apresentado em anexo.

Da análise do referido artigo, verifica-se que as condições do meio físico-natural na área urbana de Rio Grande impõem uma série de condições tanto ao processo de urbanização quanto à ocorrência de acidentes por inundação. Assim, a ocupação desordenada sobre áreas inadequadas e susceptíveis aos acidentes de inundação, definindo áreas de segregação sócio-espaçial, resultou de um ordenamento territorial deficiente.

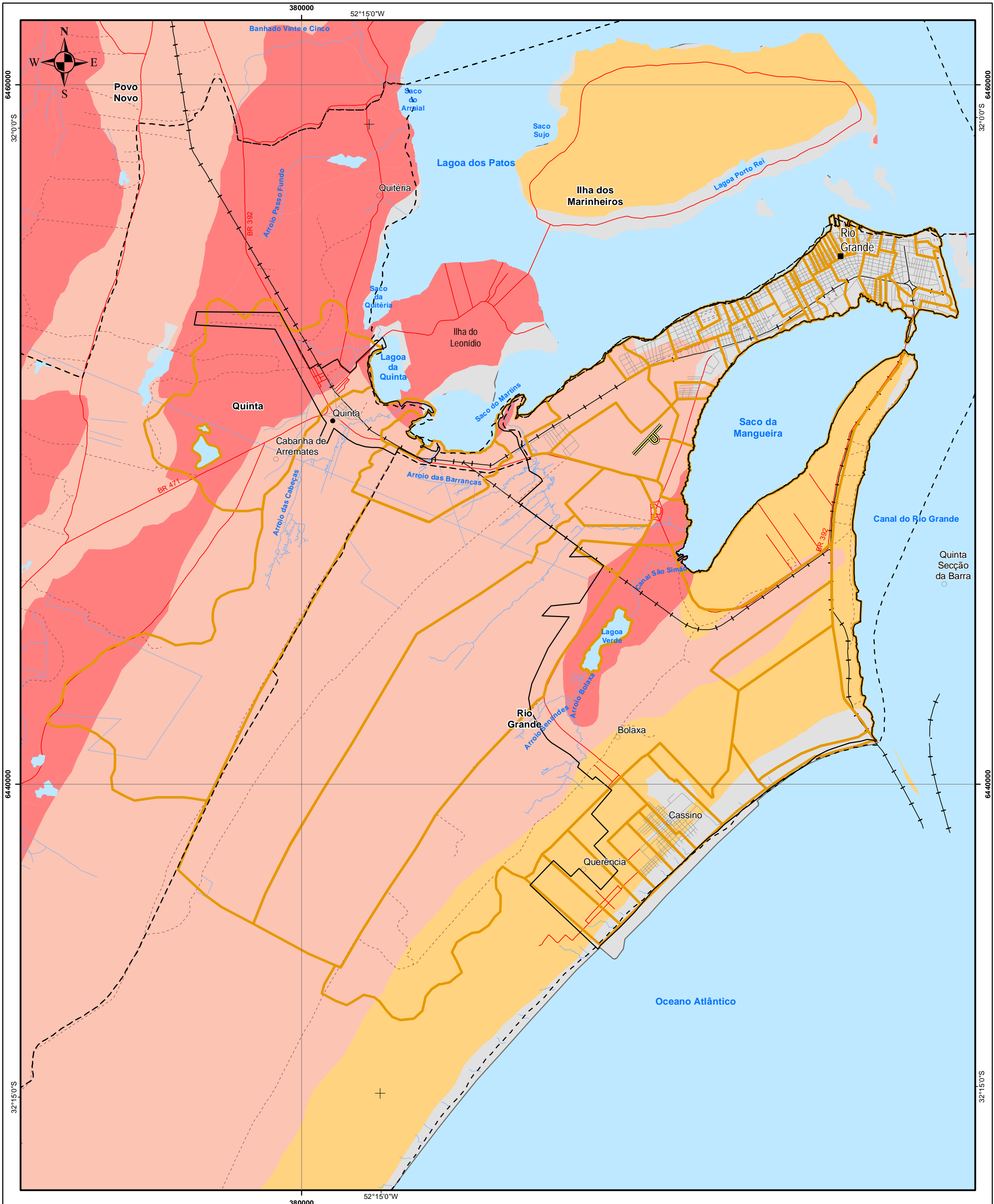
Para a análise da ocupação atual, foram interpretadas as imagens obtidas a partir do satélite LANDSAT 5 de 05 de Maio de 2011, e IRS – P6 (RESOURCESAT-I) de 18 de maio de 2012. Com estas imagens foram criadas composições coloridas de falsa cor, ou seja, com cores diferentes do que a visão humana mostraria, com a finalidade de observar melhor as áreas alagadas com vegetação. Numa imagem normal, o verde da vegetação mascara a água abaixo da vegetação, para evitar esta situação são utilizadas bandas no infravermelho obtidas do satélite para ressaltar a água, perdendo, no entanto, as cores verdadeiras da imagem.

Da análise das imagens Landsat (Figura 3.16) e P6 (Figura 3.17) dos Distritos do Rio Grande e da Quinta é possível determinar que o pontal do Rio Grande encontra-se quase que totalmente ocupado. Apenas a oeste percebem-se vazios mais significativos onde a mancha urbana divide-se em duas ramificações que acompanham os dois principais acessos rodoviários a cidade: a estrada Roberto Socoowski (antiga estrada dos carreiros) e a rodovia Rio Grande/Cassino.

Entre essas duas ramificações de urbanização há vazios mais significativos que correspondem respectivamente ao Aeroporto, FURG e da antiga R.F.F.S.A

Para uma melhor estimativa dos usos nas bacias urbanas, as imagens anteriormente mencionadas foram classificadas, permitindo assim a quantificação dos usos atuais dentro das bacias hidrográficas.

De acordo Ferreira e Robaina (2010) no Plano Ambiental Municipal de Rio Grande (2007), a orla do Saco da Mangueira, embora apresente diferentes graus de urbanização, apresenta uma ocupação urbana consolidada, representada por terrenos públicos e privados, onde a especulação imobiliária é intensa, o que explica os diversos vazios existentes ao longo da estrada Rio Grande/Cassino. Assim, ao longo dos séculos, todas as alterações no perfil da cidade promovidas pela expansão da malha urbana e pelo crescimento do complexo industrial e portuário foram efetivadas sem que a cidade do Rio Grande tivesse uma clara diretriz para orientar esse processo, ocasionando o estabelecimento de populações socialmente vulneráveis em áreas de risco à inundação.



**Legenda**

- |                  |                      |                              |
|------------------|----------------------|------------------------------|
| ■ Sede Municipal | —+— Ferrovias        | <b>Grupo Hidrológico SCS</b> |
| ● Vilas          | 📍 Bacias Elementares | 🟡 A                          |
| ○ Localidades    | ⋯ Distritos          | 🟠 C                          |
| 🌊 Hidrografia    | 🏠 Area Urbana        | 🔴 D                          |
| ✈️ Aeroporto     | 📏 Rio Grande         |                              |
| ⋯ Caminho/trilha |                      |                              |
| — Estrada        |                      |                              |
| — Rua            |                      |                              |

Fonte:  
 Sede Municipal - DSG  
 Vilas - DSG  
 Localidades - DSG  
 Sistema Viário - DSG  
 Hidrografia - DSG e SMMA  
 Distritos - SMMA  
 Limite Municipal - SMMA  
 Bacias Elementares - ENGEPLUS  
 Solos Hidrológicos SCS - Engeplus

1:100.000  
 Sistema de Coordenadas UTM  
 SIRGAS 2000  
 Fuso 22

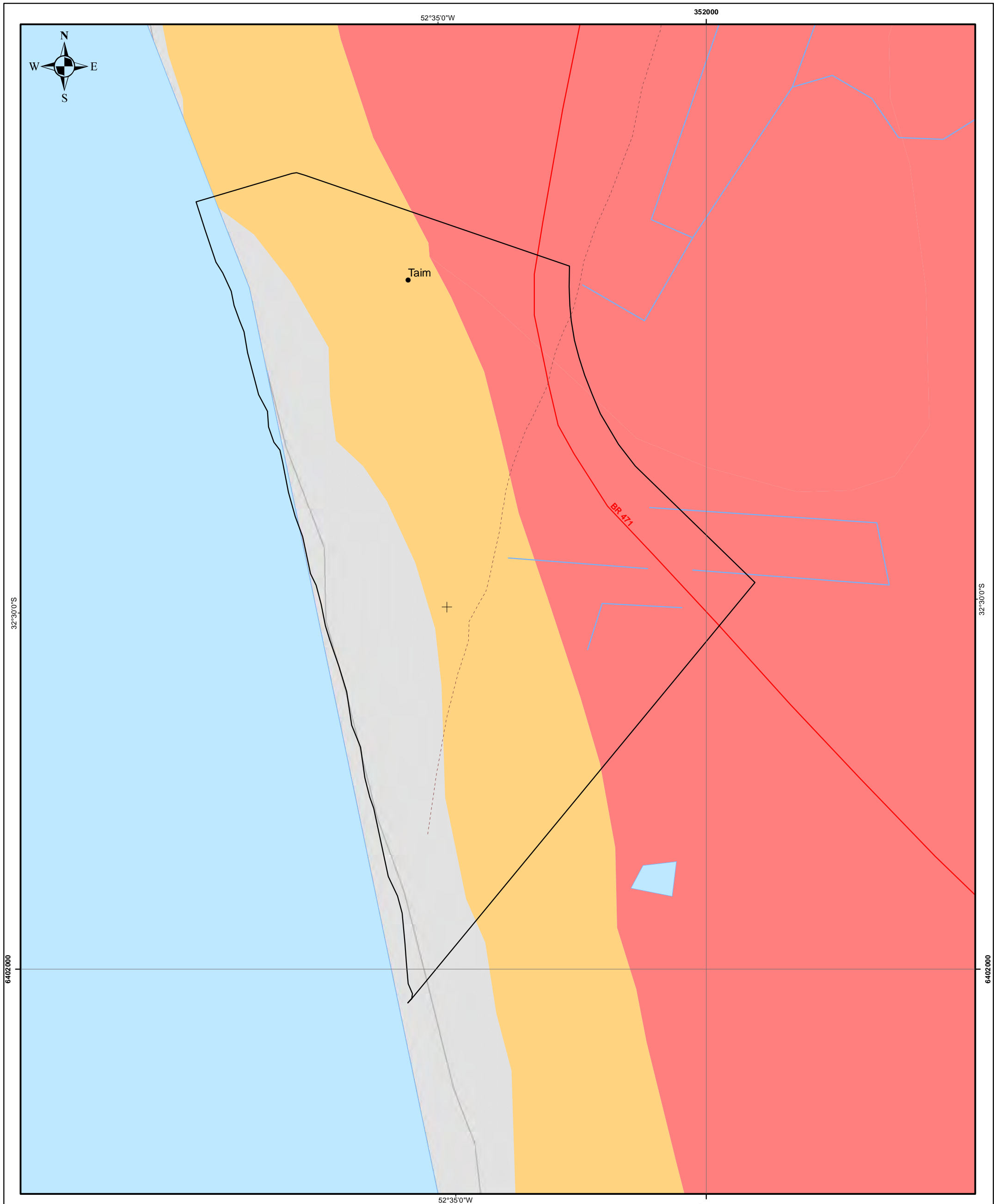


Plano Municipal de Saneamento Básico - RIO GRANDE / RS

Especificação:  
 Grupos Hidrológicos SCS nos Distritos do Rio Grande, da Quinta e do Povo Novo

Figura Nº:  
 3.14





**Legenda**

- Vilas
- Caminho/trilha
- Estrada
- Rua
- ~ Hidrografia
- Area Urbana
- Rio Grande
- Grupo Hidrológico SCS**
- A
- D

Fonte:  
 Vilas - DSG  
 Sistema Viário - DSG  
 Limite Municipal - SMMA  
 Hidrografia - DSG e SMMA  
 Solos Hidrológicos SCS - Engeplus

1:10.000  
 Sistema de Coordenadas UTM  
 SIRGAS 2000  
 Fuso 22





**Legenda**

- Sede Municipal
- Vilas
- Localidades
- - - Distritos
- Area Urbana
- ⚡ Bacias Elementares

Fonte:  
 Sede Municipal - DSG  
 Vilas - DSG  
 Localidades - DSG  
 Distritos - SMMA  
 Limite Municipal - SMMA  
 Bacias Elementares - ENGEPLUS  
 Imagem Landsat 5 de 05/05/2012 –  
 Bandas 4-3-2 – Distritos do Rio Grande e da Quinta

1:100.000  
 Sistema de Coordenadas UTM  
 SIRGAS 2000  
 Fuso 22



Plano Municipal de Saneamento Básico - RIO GRANDE / RS

Especificação:  
 Imagem Landsat 5 de 05/05/2012  
 Bandas 4-3-2 - Distritos do Rio Grande e da Quinta

Figura Nº:  
 3.16







**Legenda**

- Sede Municipal
- Vilas
- Localidades
- 📍 Bacias Elementares
- ⬜ Distritos
- ⬜ Area Urbana

Fonte:  
 Sede Municipal - DSG  
 Vilas - DSG  
 Localidades - DSG  
 Limite Municipal - SMMA  
 Bacias Elementares - ENGEPLUS  
 Distritos - SMMA  
 Imagem P6 de 18/05/2012 –  
 Distritos do Rio Grande e da Quinta

1:100.000  
 Sistema de Coordenadas UTM  
 SIRGAS 2000  
 Fuso 22



Plano Municipal de Saneamento Básico - RIO GRANDE / RS

Especificação:  
 Imagem P6 de 18/05/2012 –  
 Distritos do Rio Grande e da Quinta

Figura Nº:  
 3.17







## 3.2 Caracterização das Condições Hidrológicas

Em prosseguimento desenvolve-se a caracterização das condições hidrológicas do município, bem como avalia-se as questões de risco de inundação no município.

### 3.2.1 Clima e Pluviografia

O clima da região do município do Rio Grande é do tipo subtropical úmido, sendo bastante influenciado principalmente pelos centros de alta pressão: Anticiclone Semi-permanente do Atlântico Sul e o Anticiclone Migratório Polar. A ação alterada destas duas fontes de correntes aéreas faz com que predominem durante os meses de primavera-verão, ventos provenientes principalmente de NE e E, caracterizando um tempo, normalmente, quente e ventoso. Durante o outono-inverno, esta área fica dominada pelas frentes frias que se deslocam do rumo SW-NE, muitas vezes com grande regularidade. A temperatura média anual é de 17,5°C, tendo média máxima de 22,9°C e mínima de 12,9°C.

Estas características climáticas são impactantes diretas do regime de precipitação da região, que é por fim o dado de maior relevância para o manejo de águas pluviais.

A região apresenta uma cobertura de postos de monitoramento de precipitação relativamente boa em comparação com a densidade média no território nacional. Os postos disponíveis no banco de dados da Hidroweb-ANA são apresentados no Quadro 3.3 e na Figura 3.18 totalizando 14 estações, situadas no próprio município do Rio Grande, no município de Pelotas e Arroio Grande.

Quadro 3.3: Estações pluviométricas disponíveis no banco de dados da Hidroweb-ANA

Código	Nome	Município	Resp.	Operador	Latitude	Longitude	Altitude (m)
3152014	Pelotas	Pelotas	INMET	INMET	-31°45'00"	-52°21'00"	13
3252001	Barra Do Rio Grande	Rio Grande	ANA	ANA	-32°02'00"	-52°06'00"	3
3252002	Barra Do Rio Grande	Rio Grande	INMET	INMET	-32°02'00"	-52°06'00"	3
3252003	Estância Do Curtume	Rio Grande	ANA	ANA	-32°26'00"	-52°36'00"	4
3252004	Granja Aimoré	Rio Grande	CLM	CLM	-32°52'00"	-52°42'00"	-
3252005	Granja Coronel Pedro Osório	Arroio Grande	ANA	CPRM	-32°00'22"	-52°39'10"	20
3252006	Granja Cerrito	Rio Grande	ANA	CPRM	-32°20'58"	-52°32'23"	4
3252007	Rio Grande (Granja 4 Irmãos)	Rio Grande	CLM	CLM	-32°12'00"	-52°28'00"	-
3252008	Granja Santa Maria	Rio Grande	ANA	CPRM	-32°24'16"	-52°33'21"	12
3252011	Santa Izabel	Arroio Grande	CLM	CLM	-32°07'00"	-52°36'00"	-
3252012	Taim	Rio Grande	ANA	ANA	-32°29'00"	-52°35'00"	3
3252016	Domingos Petroline	Rio Grande	ANA	ANA	-32°02'00"	-52°18'00"	-
3252019	Olimpo	Arroio Grande	ANA	ANA	-32°14'00"	-52°14'00"	30
3252020	Rio Grande	Rio Grande	INMET	INMET	-32°04'44"	-52°10'00"	3
3252024	Rio Grande/Regatas	Rio Grande	ANA	CPRM	-32°01'48"	-52°04'45"	5

Comissão Lagoa Mirim (CLM), Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Agência Nacional de Águas (ANA), Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)



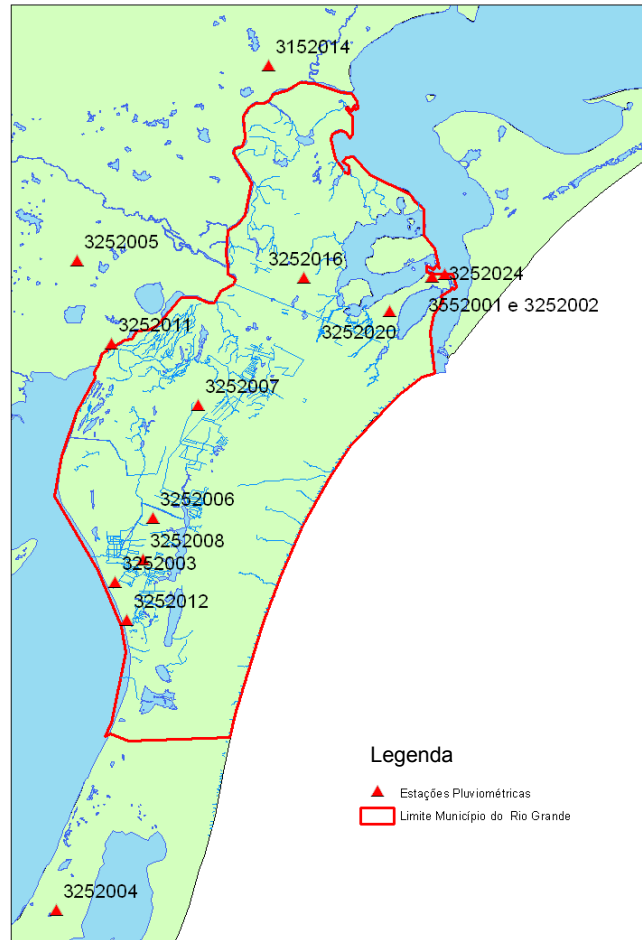


Figura 3.18: Localização das estações pluviométricas do no banco de dados da Hidroweb-ANA

A disponibilidade temporal dos dados de chuva é outro fator importante na seleção dos postos com maior representatividade estatística do regime pluviométrico da região. Figura 3.19 apresenta a disponibilidade temporal dos dados de precipitação das 14 estações.

As séries com dados mais antigos são as dos postos 3152014, 3252001 e 3252002 que iniciaram a princípio da década de 1940, no entanto estes postos tiveram interrupção ainda antes da década de 1970, sendo, ainda, descartados como postos representativos do regime pluviométrico da região por ter influência da década de 1940 que foi um período atípico com precipitações muito abaixo do normal.

A grande maioria dos postos teve o início de suas séries em meados da década de 1960, sendo que alguns destes tiveram seu término poucos anos depois. Dentre estes postos destacam-se o 3252020 e o 3252024.

O posto 3252020 tem registros que iniciam em 1961 e findam em 1998, mas como apresenta muitas falhas, este possui apenas 8 anos com dados completos, no entanto este posto provavelmente deve possuir dados mais recentes, porém não disponibilizados e, ainda, com discretização temporal menor que o diário, por ser este um posto da rede operante do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Este posto é o mais indicado a prover dados para um ajuste futuro da curva Intensidade-Duração-Frequência (IDF) para o município do Rio Grande, quando da obtenção destes dados.

O posto 3252024 tem dados desde 1985 até 2012. Esta estação é operada pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) sob a responsabilidade da ANA. Com um índice menor de falhas que o posto do INMET este apresenta 20 anos com dados completos, sendo este o posto adotado para ajuste da curva IDF neste trabalho. Recomenda-se que para os estudos hidrológicos de projetos, sejam buscados os dados do pluviógrafo do INMET (posto 3252020), que permitirá maior discretização (no mínimo de 1h, ideal 10min) para o ajuste de uma IDF.





Os valores médios mensais dos 14 postos estão apresentados no Quadro 3.4 e na Figura 3.20, onde é possível identificar o efeito da década de 1940 (seca) nos 3 postos anteriormente comentados. A dispersão entre os valores é atribuída ao fato dos postos terem diferentes períodos de monitoramento, no entanto, ao comparar-se com a médias dos 14 postos os valores dos postos elegidos como candidatos para ajuste da IDF são adequadamente coerentes, não ficando estes isoladamente próximos aos limites extremos (máximos e mínimos).

Quadro 3.4: Precipitações médias mensais e anuais dos 14 postos pluviométricos

Código	Total Anual	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
<b>3152014</b>	1.349,6	123,8	158,6	123,0	84,4	81,6	126,7	129,8	129,3	138,5	120,0	75,5	85,7
<b>3252001</b>	1.015,1	85,0	71,1	95,9	75,3	100,5	104,9	73,9	91,1	118,1	95,8	58,2	50,2
<b>3252002</b>	1.131,2	98,8	86,7	109,6	87,6	88,3	108,1	102,4	121,8	118,0	100,4	69,7	59,8
<b>3252003</b>	1.160,1	107,6	83,6	113,8	53,9	87,1	87,8	141,5	128,1	107,9	91,5	88,6	76,4
<b>3252004</b>	1.179,7	90,5	102,0	95,5	57,8	98,7	114,2	134,7	114,5	108,7	104,5	83,1	75,4
<b>3252005</b>	1.383,4	119,7	136,2	110,9	106,8	108,4	109,5	143,5	116,6	120,3	105,0	108,3	104,5
<b>3252006</b>	1.352,0	109,3	135,5	118,5	104,6	117,2	112,6	138,9	125,4	115,7	102,8	84,2	90,4
<b>3252007</b>	1.285,1	137,2	108,6	116,5	54,6	110,2	108,3	158,6	126,8	123,3	98,5	74,1	77,8
<b>3252008</b>	1.320,4	115,7	125,5	107,4	104,9	112,7	112,1	142,3	122,6	116,1	100,4	84,5	78,0
<b>3252011</b>	1.233,1	143,7	106,6	75,7	45,8	93,3	100,8	195,5	126,7	101,5	85,4	79,6	78,4
<b>3252012</b>	1.012,9	110,5	80,2	78,2	25,7	91,2	85,2	123,4	123,6	81,5	78,4	76,9	76,1
<b>3252016</b>	1.262,4	117,6	88,2	97,3	67,0	81,8	101,0	173,1	115,0	150,3	106,5	87,5	85,6
<b>3252020</b>	1.182,3	86,3	98,3	111,3	63,9	82,4	116,7	149,6	123,2	134,5	94,9	96,5	65,1
<b>3252024</b>	1.150,9	89,4	100,2	99,9	104,5	95,7	93,8	108,0	99,4	100,5	89,4	80,7	89,5
<b>Média</b>	1.215,6	109,6	105,8	103,8	74,1	96,4	105,8	136,8	118,9	116,8	98,1	82,0	78,1

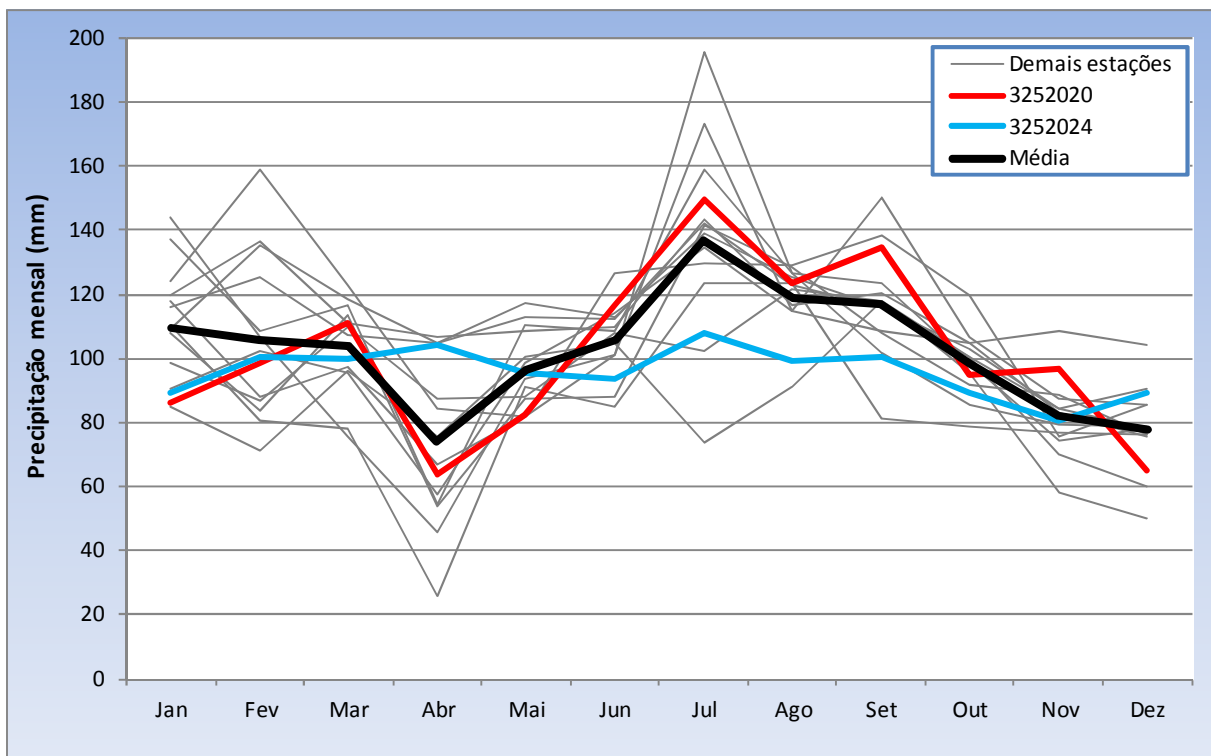


Figura 3.20: Precipitações médias de cada posto (linhas cinza, azul e vermelha) e a média geral



O ajuste da curva IDF proposto foi a partir dos dados diários do posto 3252024, aos quais foram aplicados os coeficientes de desagregação da CETESB (1979) para a obtenção das precipitações de menores durações, as quais estão apresentadas no Quadro 3.5.

Quadro 3.5: Intensidade de precipitação desagregada observada no posto 3552024

Intensidade observada (mm/h)								
Tr (anos) Duração (min)	Tr=5	Tr=10	Tr=20	Tr=25	Tr=50	Tr=100	Tr=1.000	Tr=10.000
<b>5</b>	153,48	190,61	226,23	237,53	272,34	306,89	421,06	535,03
<b>10</b>	121,88	151,37	179,66	188,63	216,27	243,71	334,37	424,87
<b>15</b>	105,33	130,81	155,26	163,01	186,90	210,61	288,96	367,17
<b>20</b>	91,41	113,53	134,74	141,47	162,20	182,78	250,78	318,66
<b>25</b>	82,16	102,03	121,10	127,15	145,78	164,28	225,39	286,40
<b>30</b>	75,23	93,44	110,90	116,44	133,50	150,44	206,40	262,27
<b>60</b>	50,83	63,13	74,93	78,67	90,20	101,65	139,46	177,21
<b>90</b>	38,73	48,10	57,09	59,94	68,73	77,45	106,26	135,02
<b>150</b>	27,11	33,67	39,96	41,96	48,11	54,21	74,38	94,51
<b>360</b>	14,52	18,04	21,41	22,48	25,77	29,04	39,85	50,63
<b>480</b>	11,80	14,66	17,39	18,26	20,94	23,60	32,37	41,14
<b>600</b>	9,92	12,33	14,63	15,36	17,61	19,85	27,23	34,60
<b>720</b>	8,57	10,65	12,64	13,27	15,21	17,14	23,52	29,89
<b>1.440</b>	5,04	6,26	7,43	7,80	8,95	10,08	13,84	17,58

O ajuste da curva IDF consistiu na busca dos coeficientes *a*, *b*, *c* e *d* da equação abaixo que gerasse resultados mais próximos dos observados.

$$I = \frac{a \cdot Tr^b}{(t + c)^d}$$

Sendo:

*I* intensidade de precipitação (mm/h)

*Tr* tempo de retorno (anos)

*t* duração da precipitação (min)

Os coeficientes obtidos com a minimização da soma do erro quadrático entre os valores calculados e observados foram:

$$a = 1.368,2$$

$$b = 0,143$$

$$c = 14,16$$

$$d = 0,774$$

Os valores calculados a partir da equação ajustada são apresentados no Quadro 3.6 e os erros quadráticos associados estão no Quadro 3.7, com escala de cores onde a cor verde indica os menores erros, alternados para amarelo nos erros intermediários e vermelhos para os maiores erros. O ajuste obtido é adequado para a utilização em projetos de micro e macro-drenagem, sendo que para a micro-drenagem as durações das precipitações de projeto são menores do que 1 h e tempos de retorno de até 10 anos, e para a macro-drenagem durações de até 24 h e tempos de retorno de 10 a 50 anos.



Quadro 3.6: Intensidade de precipitação calculada pela equação IDF ajustada

Intensidade Calculada (mm/h)								
Tr (anos) Duração (min)	Tr=5	Tr=10	Tr=20	Tr=25	Tr=50	Tr=100	Tr=1.000	Tr=10.000
5	175,49	193,75	213,92	220,84	243,82	269,20	374,02	519,65
10	146,67	161,93	178,78	184,57	203,78	224,98	312,58	434,29
15	126,80	140,00	154,56	159,57	176,17	194,51	270,24	375,47
20	112,19	123,86	136,75	141,18	155,87	172,09	239,10	332,19
25	100,93	111,44	123,03	127,02	140,24	154,83	215,11	298,87
30	91,97	101,54	112,11	115,74	127,78	141,08	196,02	272,34
60	61,58	67,99	75,07	77,50	85,56	94,47	131,25	182,35
90	47,35	52,28	57,72	59,59	65,79	72,63	100,91	140,21
150	33,30	36,77	40,59	41,91	46,27	51,08	70,97	98,61
360	17,61	19,44	21,46	22,16	24,46	27,01	37,52	52,13
480	14,20	15,67	17,31	17,87	19,72	21,78	30,26	42,04
600	12,00	13,25	14,63	15,10	16,67	18,41	25,57	35,53
720	10,45	11,54	12,74	13,15	14,52	16,03	22,27	30,95
1.440	6,16	6,80	7,51	7,75	8,56	9,45	13,13	18,24

Quadro 3.7: Erro quadrático associado a cada valor de intensidade calculada

Erro Quadrado (em função da precipitação)								
Tr (anos) Duração (min)	Tr=5	Tr=10	Tr=20	Tr=25	Tr=50	Tr=100	Tr=1.000	Tr=10.000
5	3,37	0,07	1,05	1,93	5,65	9,87	15,37	1,64
10	17,07	3,10	0,02	0,46	4,34	9,74	13,19	2,47
15	28,82	5,27	0,03	0,74	7,19	16,21	21,90	4,30
20	47,96	11,86	0,45	0,01	4,46	12,70	15,16	20,37
25	61,22	15,35	0,65	0,00	5,34	15,50	18,33	27,03
30	70,04	16,42	0,37	0,12	8,17	21,88	26,97	25,36
60	115,55	23,60	0,02	1,38	21,54	51,56	67,43	26,48
90	167,16	39,23	0,88	0,29	19,44	52,11	64,20	60,66
150	239,50	59,90	2,48	0,02	21,15	61,16	72,46	105,00
360	341,93	70,54	0,10	3,75	61,89	149,13	194,36	81,20
480	367,44	66,35	0,51	10,14	94,52	211,82	287,07	51,92
600	430,29	84,94	0,00	6,77	88,33	207,15	273,94	86,99
720	508,09	114,49	1,52	1,94	68,88	177,59	223,30	162,39
1.440	717,97	166,24	3,19	1,66	87,99	232,70	288,72	249,95

### 3.2.2 Séries de Cotas e Vazões

A posição geográfica e as características de relevo (plano e pequena altitude em relação ao nível do mar) do município do Rio Grande o deixa em uma situação de vulnerabilidade em relação à variação de nível das marés e da Lagoa dos Patos, que sofrem ainda efeito do vento que causa elevação dos níveis d'água.

Assim, conhecer o risco de ocorrência de elevações de nível d'água na região é mandatório no zoneamento de áreas de risco quanto à inundação.

O marégrafo de Imbituba em Santa Catarina é a estação mais próxima do Rio Grande a compor a Rede Maregráfica Permanente para a Geodésia (RMPG) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), sendo, ainda, este o Datum oficial para todo o Brasil. Assim



para verificar a validade do uso dos dados do marégrafo oficial para inferir o risco de marés máximas em Rio Grande verificou-se a correlação dos níveis de maré diários em Imbituba com os observados no Porto do Rio Grande. As características dos dois marégrafos são apresentadas no Quadro 3.8.

Quadro 3.8: Características dos marégrafos do porto do Rio Grande e de Imbituba

Nome do Marégrafo	Latitude	Longitude	Responsável	Disponibilidade
Porto do Rio Grande	32° 06,0' S	52° 06,2' W	Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil	1981 – 2003
Imbituba	28° 08,0' S	48° 24,0' W	IBGE	2001 - 2007

A validade de utilização dos dados do marégrafo de Imbituba para inferir riscos de ocorrência de marés máximas em Rio Grande foi descartada ao analisar a correlação entre os aproximadamente 500 dias de dados disponíveis e síncronos entre os dois marégrafos.

No gráfico da Figura 3.21 estão plotados os níveis adimensionalizados para os dois marégrafos ficando o coeficiente de determinação em 0,215, valor este muito baixo, o que indica que as variações não são coerentes entre si. Ainda, na Figura 3.22, com os níveis plotados de um marégrafo contra o outro não se verifica alinhamento algum, sendo o resultado uma dispersão de pontos que não possibilita estabelecer qualquer relação entre os dados.

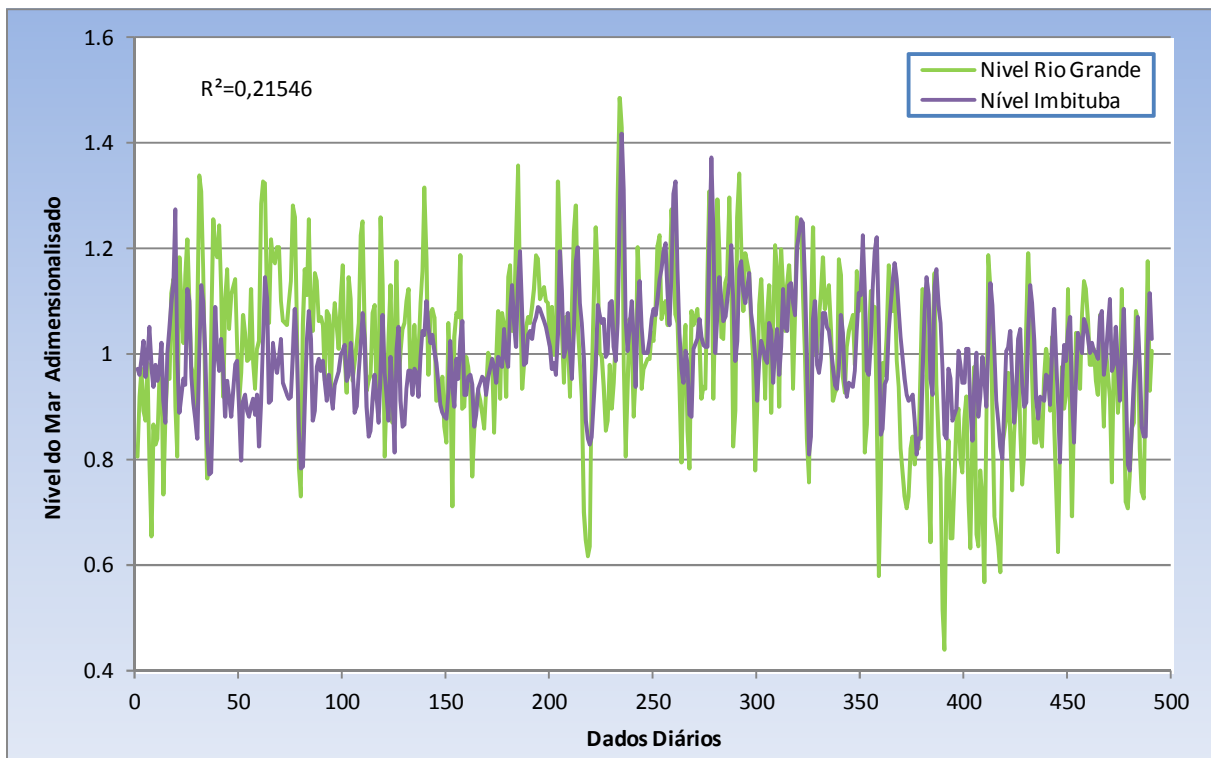


Figura 3.21: Níveis adimensionais no marégrafo do porto do Rio Grande e de Imbituba



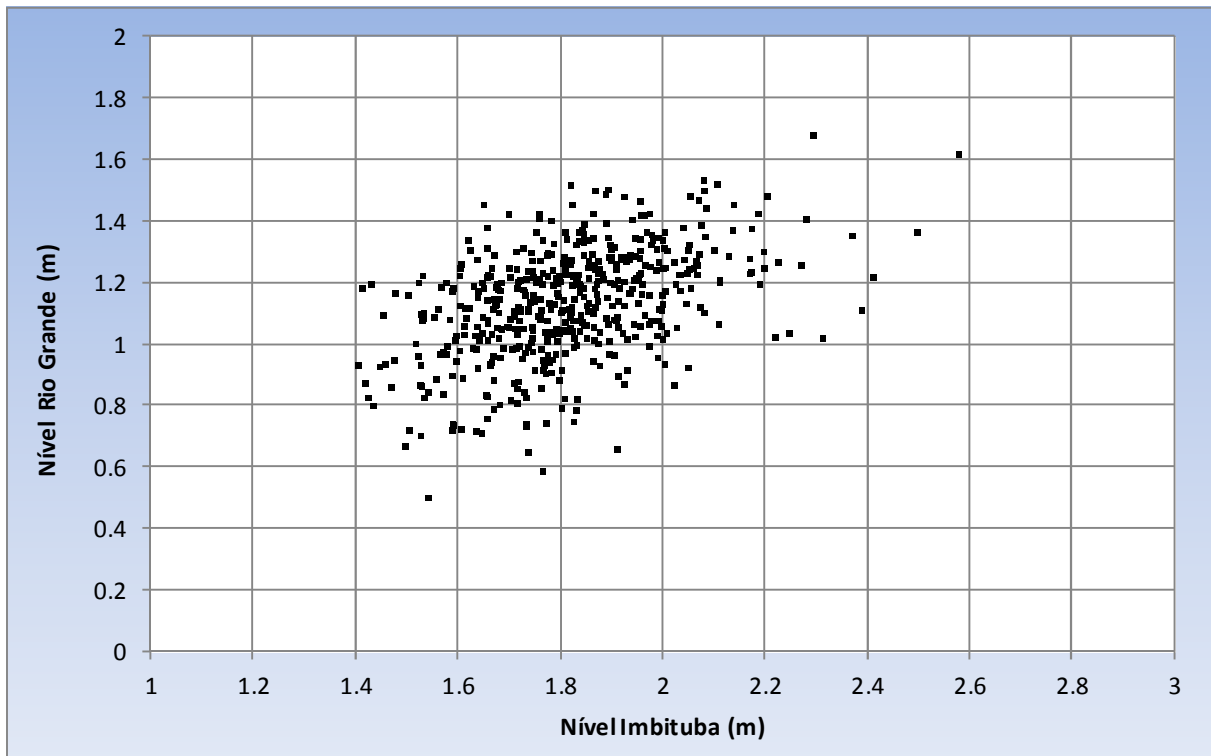


Figura 3.22: Níveis do marégrafo do Rio Grande contra os de Imbituba

A falta de correção pode ser explicada pelas características distintas entre os dois locais (Rio Grande e Imbituba), sendo o marégrafo de Imbituba instalado diretamente no oceano e marégrafo do Rio Grande no estuário, sendo este último influenciado pelas afluições da Lagoa dos Patos.

Assim, ressalta-se a importância do monitoramento de níveis d'água no local a fim de, no futuro, com séries mais representativas, permitir novas estimativas de níveis de ocorrência de marés máximas.

Com os dados disponíveis pelo Sistema de Observação Global do Nível do Mar (GLOSS) foi ajustada uma distribuição de extremos tipo I de 2 parâmetros (Gumbel) para estimar os níveis riscos de ocorrência de 10, 25, 50 e 100 anos de recorrência. Em função do pequeno tamanho da série de vazões do marégrafo do Rio Grande esta estimativa apresenta grande incerteza. No Quadro 3.9 estão apresentados os 8 anos com dados disponíveis, o máximo nível observado no ano e o número de observações no ano.

No Quadro 3.10 e na Figura 3.23 são apresentados os resultados do ajuste de distribuição de extremos com os valores dos limites superior e inferior da banda de confiança para 90% de significância.

Quanto aos arroios nas áreas urbanas, que causam problemas de inundação quando extravasam, estes não possuem dados de monitoramento de nível d'água nem de vazão, por serem de pequeno porte não havendo utilidade destas informações para outro interesse além do ponto de vista do controle de inundações.



Quadro 3.9: Anos com dados disponíveis de maré no Porto do Rio Grande

Ano	Máximo nível observado (mm)	Número de observações
1983	1.437	130
1984	1.706	234
1985	1.502	217
1988	1.623	258
1989	1.518	330
2001	1.426	121
2002	1.513	121
2003	1.678	365

Quadro 3.10: Níveis de maré do marégrafo do Rio Grande e as bandas de confiança

Período de Retorno	Nível da maré (mm)	Níveis para banda de confiança de 90%	
		Superior	Inferior
10	1.729	1.819	1.639
25	1.827	1.967	1.686
50	1.899	2.080	1.719
100	1.971	2.193	1.750

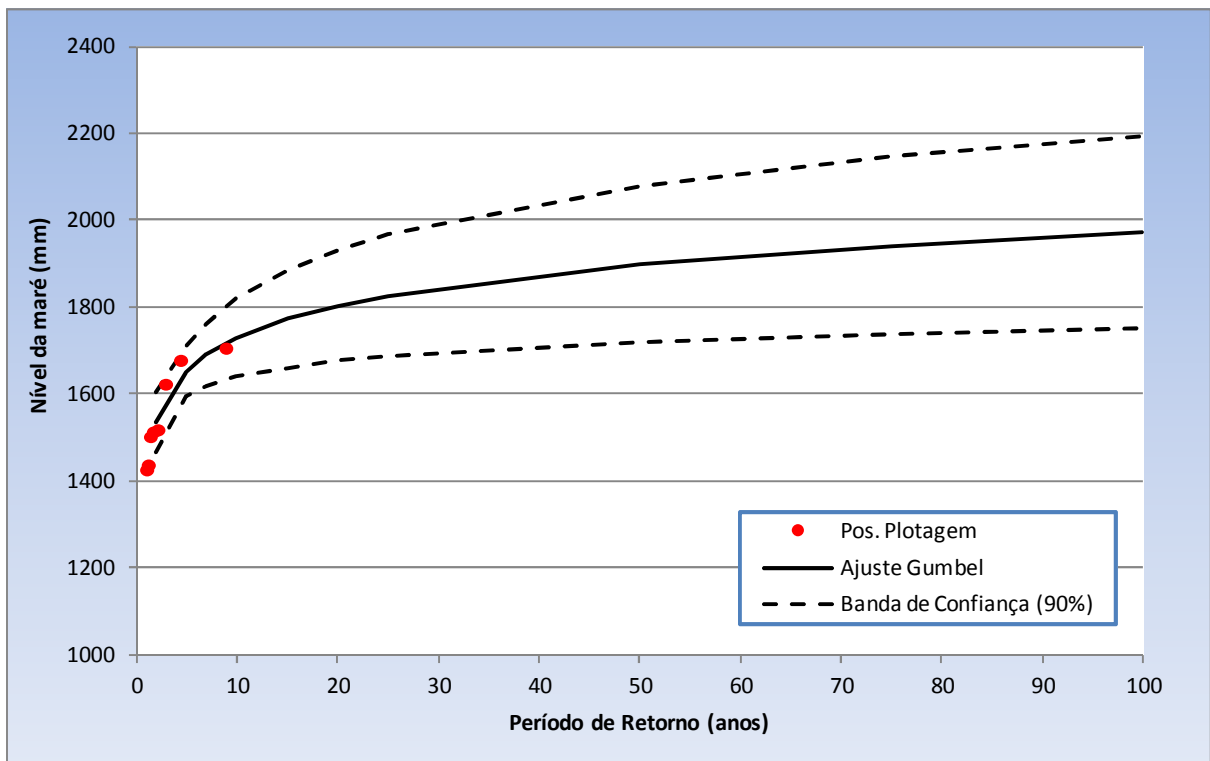


Figura 3.23: Ajuste de distribuição de extremos para o nível de maré do marégrafo do Rio Grande

### 3.2.3 Considerações Sobre os Dados Hidrológicos

O levantamento dos dados disponíveis de precipitação e nível do estuário da Lagoa dos Patos inferem uma certa incerteza na estimativa de seus valores para planejamento e projetos de manejo de águas pluviais.

A redução desta incerteza passa pela etapa de obtenção de dados observados mais recentes e no caso da precipitação com discretização menor (1 h ou menos).



Uma maior representatividade dos riscos de ocorrência de precipitações e marés máximas confere maior garantia de acerto no dimensionamento dos projetos de manejo de águas pluviais evitando prejuízos tanto por super quanto por subdimensionamento.

Sugere-se um programa de monitoramento de níveis, vazões e chuvas em diferentes locais, especialmente nos arroios urbanos, tais como o Cabeças, Martins e Bolaxa.

### 3.2.4 Modelagem Hidrológica

Em função da escassez de informação hidrológica, e da necessidade de caracterizar o comportamento das bacias urbanas frente à chuva, foram estimados os hidrogramas resultantes do processo chuva-vazão nas diferentes bacias urbanas elementares do município do Rio Grande.

Para representar o processo de transformação chuva-vazão em sub-bacias com área superior a 2 km<sup>2</sup> foram utilizados os seguintes modelos hidrológicos:

- método do Soil Conservation Service - SCS (SCS/TR55, 1986) para a determinação da precipitação efetiva;
- método do Hidrograma Unitário Sintético do SCS (HUS-SCS, 1957) para a propagação do escoamento superficial.

Essas metodologias têm sido amplamente utilizadas no Brasil e no mundo, em diversos estudos envolvendo o dimensionamento e a verificação das redes de drenagem urbana.

Para a determinação da precipitação efetiva no SCS, é necessária a definição de um único parâmetro: o CN (*Curve Number*). O CN está diretamente relacionado a algumas características da região de interesse, como o tipo de solo, as condições de uso, a umidade antecedente (AMC – *Antecedent Moisture Condition*) e a ocupação do solo, refletindo, portanto, as condições de urbanização do local, já analisadas nas etapas anteriores.

A transformação da chuva em vazão – para determinar o escoamento superficial – é realizada com o uso do Hidrograma Unitário Sintético do SCS, para o qual é necessário determinar o tempo de concentração ( $t_c$ ) da bacia hidrográfica.

O tempo de concentração é diretamente influenciado pela forma e pelas características físicas da bacia e se caracteriza como um elemento fundamental para a definição do hidrograma, bem como do comportamento da bacia. Entende-se por tempo de concentração o tempo necessário para que a água precipitada no ponto mais distante da bacia desloque-se até a seção principal. Esse tempo pode ser definido também como o tempo entre o fim da precipitação e o ponto de inflexão do hidrograma.

Diversas fórmulas empíricas têm sido propostas para determinar esse parâmetro em função das características físicas da bacia, da sua ocupação e da intensidade da chuva.

Para o município do Rio Grande, o tempo de concentração foi determinado para as bacias elementares, cuja discretização foi descrita no item 3.1.2. A equação utilizada para determinar o tempo de concentração foi apresentada por Kirpich (*apud* TUCCI, 1993):

$$t_c = 3,989 \cdot L^{0,77} \cdot S^{-0,385}$$

onde:

L: comprimento do talvegue (km); e

S: declividade do talvegue (m/m).





Posteriormente, a equação foi ajustada em função da área impermeabilizada e da parcela dos canais que sofreram modificações mediante a seguinte equação (McCUEN, 1982; TUCCI, 1993):

$$FA = 1 - PRCT (-6789 + 335CN - 0,4298CN^2 - 0,02185CN^3) 10^{-6}$$

FA: Fator de ajuste

PRCT: é a porcentagem do comprimento do talvegue modificado ou então a porcentagem da bacia impermeável

A escolha desta metodologia foi apoiada por um estudo (ESTEVES; MENDIONDO, 2003), o qual analisou os resultados obtidos por meio da aplicação de diferentes equações para a estimativa do tempo de concentração.

Os valores de tempo de concentração calculados para cada bacia elementar são apresentados no Quadro 3.11.

Quadro 3.11: Valores do parâmetro tempo de concentração por sub-bacia (bacia elementar)

Sub-bacia	$t_c$ (min)	Sub-bacia	$t_c$ (min)
Mestre Jerônimo (Cemitério)	39,98	Hipódromo	9,20
Major Carlos Pinto	44,41	Oswaldo Aranha	15,30
Almirante Tamandaré	20,85	Vila Bernadete	38,99
General Bertoldo Klinger	15,95	Rua Alberto de Oliveira	19,98
Dr. Lázaro Zamenhof	15,34	Vila Maria/Leônidas	16,58
REPISA	20,07	Vila São Jorge	13,45
Porto Novo	3,08	Aparício Forelly	18,60
Clube Regatas	4,86	Marechal G. Dutra	27,00
Vila Militar	13,41	Aeroporto	79,58
Canalete LP	45,14	Carreiros	34,12
General Neto	16,30	Corredor dos Pinheiros	74,07
Travessa Afonso	16,73	Arroio Vieira	353,85
Acácia Riograndense	31,14	Arroio Martins	359,41
24 de Maio	11,80	Entre Martins e Cabeças	12,97
General Canabarro	12,70	Bolaxa	286,30
General Portinho	14,87	Granja São Pedro	145,25
Três de Julho	21,32	Arroio Cabeças	297,80
Major Carlos Pinto LP	3,28	Corredor das Tropas	65,98
Marechal Deodoro	21,31	Corredor do Feijó	44,83
Visconde do Rio Grande	19,26	Av. da Paz	40,00
Caramuru	17,91	Banhado da Mulata	105,66
Cristóvão Colombo	15,67	Terminal Oleoduto	5,79
Padre Feijó	18,03	Polo Naval	3,46
Conselheiro Teixeira Júnior	17,80	Vila Farinha	11,47
Marcílio Dias	16,64	Vieira Jusante	17,82
Dom Pedro I	15,02	Igr. Santa Rita de Cássia	33,18
Quinze de Novembro Jusante	5,64	Jardim do Sol	26,87
Saldanha Marinho	13,73	Farroupilha	58,97
Quinze de Novembro Montante	33,30	Superporto Saco	30,82
Ernesto Alves I	22,32	Superporto Lagoa	6,36
Ernesto Alves II	9,98	Arroio dos Macacos	43,18



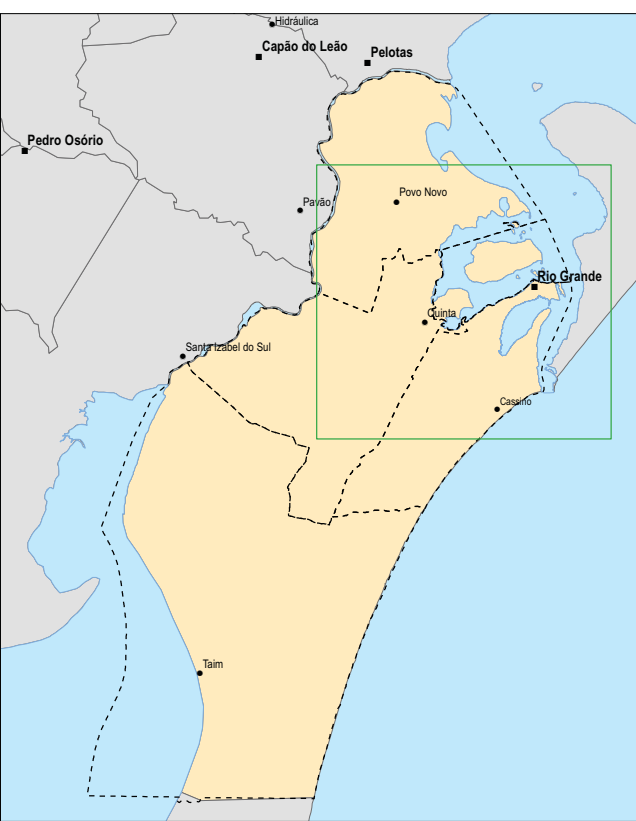
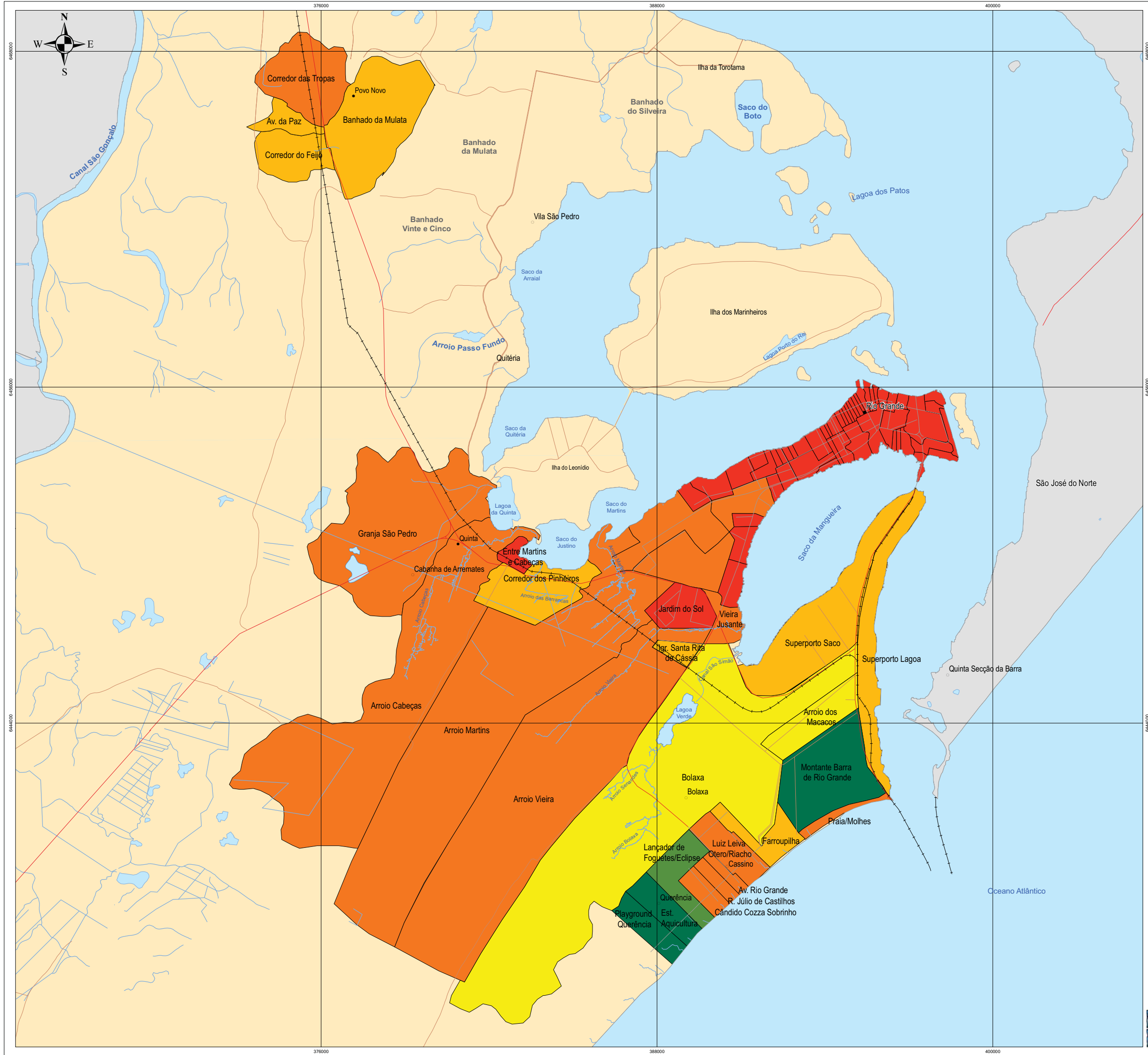
Sub-bacia	$t_c$ (min)	Sub-bacia	$t_c$ (min)
Castro Alves	24,00	Montante Barra de Rio Grande	87,35
Antônio Ribeiro Cardoso	21,57	Luiz Leiva Otero/ Riacho	39,36
Avenida Brasil	12,90	R Júlio de Castilhos	24,79
Bairro Parque	3,29	Av. Rio Grande	25,52
SMOV	25,80	Cândido Cozza Sobrinho	29,38
Gustavo Sampaio	13,45	Lançador de Foguetes/Eclipse	79,85
Peru	13,11	Est. Aquicultura	61,02
Pedro de Sá Freitas	32,24	Playground Querência	63,63
Irmã Otila	12,32	Praia/Molhes	4,89
Vila Santana	13,19		

Conforme já mencionado, em relação aos parâmetros necessários para a modelagem hidrológica, além do tempo de concentração – apresentado acima – é imprescindível a determinação do *Curve Number*. Dessa forma, o valor do CN para cada uma das sub-bacias do município do Rio Grande foi determinado para o cenário de urbanização atual a partir das informações dos mapas de solos e de uso do solo.

Vale ressaltar que o mapa de uso do solo foi obtido a partir da classificação de imagens de satélite e que esta classificação apresentou alguns problemas pontuais na identificação de determinados usos do solo, como por exemplo, regiões de areia foram confundidas com áreas construídas. Tendo em vista isso, foi realizada uma correção manual desses problemas para cada uma das bacias elementares, a fim de evitar erros na determinação do parâmetro CN.

Uma vez que todos os elementos necessários à determinação do CN foram definidos, o procedimento realizado, de forma a determinar o CN para cada sub-bacia, consistiu no cruzamento dos mapas de solo e de uso do solo. Visto que em uma mesma sub-bacia podem coexistir mais de um tipo de solo e diferentes usos, esse cruzamento é realizado de forma a fornecer um valor de CN médio ponderado, considerando a área de influência do solo com relação à área do uso correspondente. O CN resultante para cada uma das sub-bacias pode ser observado na Figura 3.24.

Outro critério a ser definido, diz respeito à duração da chuva de projeto. Conforme Tucci (2010), quando o projeto envolve reservatórios, detenções ou outro nome utilizado para um ou mais reservatórios em uma bacia, não pode ser utilizado o tempo de duração da chuva igual ao tempo de concentração, erro comum dos projetistas no Brasil. O indicado pelo mencionado autor foi corroborado pelos resultados obtidos no Distrito Federal (CONCREMAT, 2009), os quais indicaram que a análise utilizando a chuva de 24 horas de duração é a melhor opção para avaliar estruturas de armazenamento de água. Desta forma, foram utilizadas chuvas de projeto com duração de 24 horas em Rio Grande, considerando que esta situação de projeto é mais abrangente que a comumente utilizada de 1,5 vezes o tempo de concentração.



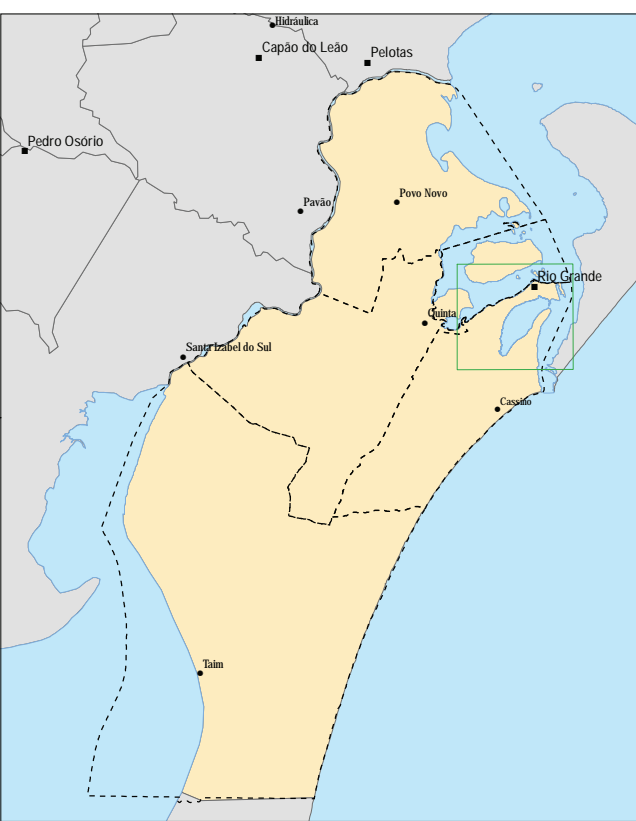
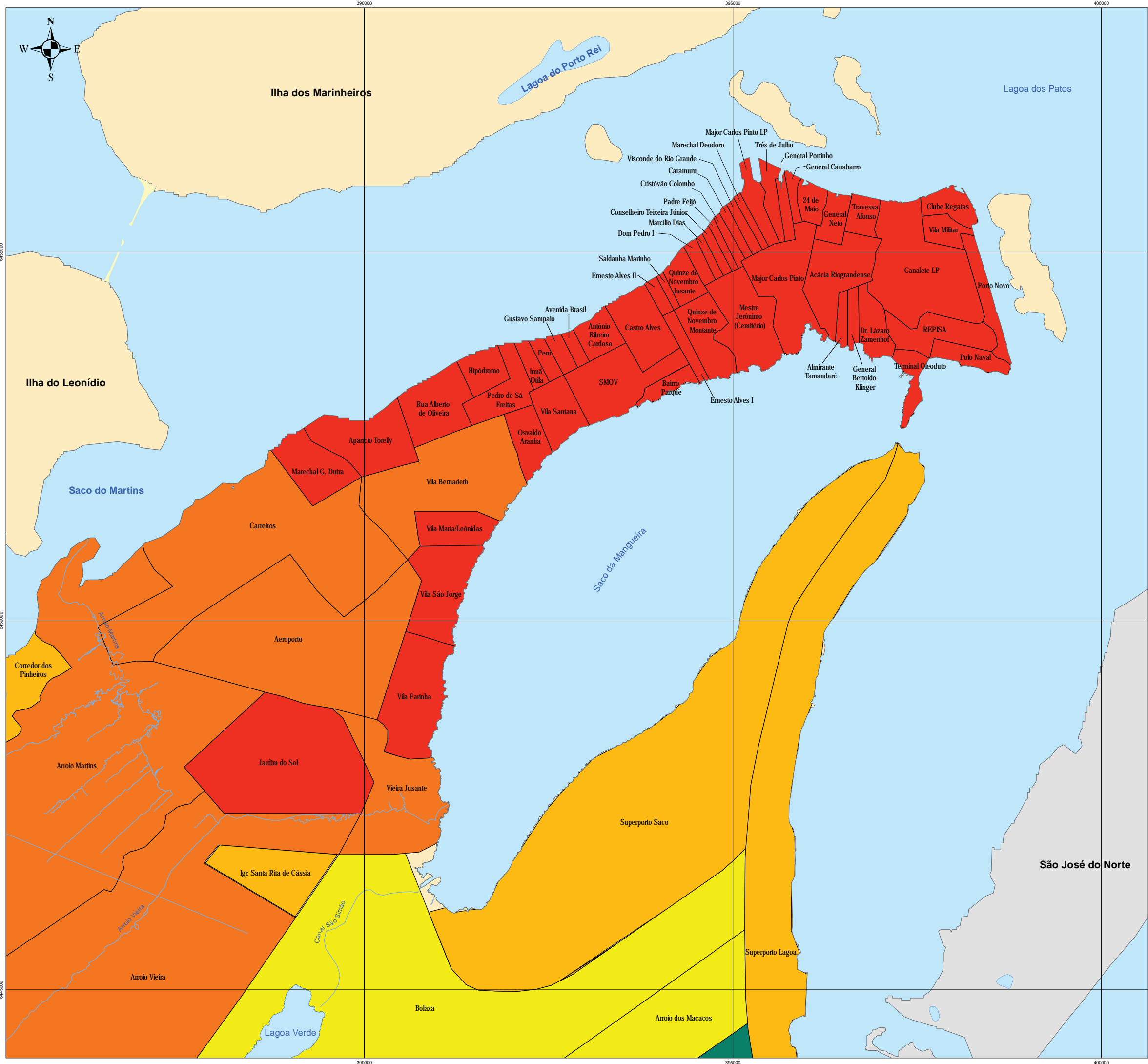
**Legenda**

- Sede Municipal
  - Vila
  - Localidade
  - Rodovia
  - Ferrovia
  - Acesso
  - Rua Principal
  - Hidrografia
- Curve Number - CN**
- 60 - 65
  - 65,01 - 70
  - 70,01 - 75
  - 75,01 - 80
  - 80,01 - 85
  - 85,01 - 90
  - 90,01 - 95

Escala  
 A1 - 1:60.000  
 A3 - 1:120.000

Sistema de Coordenadas UTM  
 SIRGAS2000 22 S



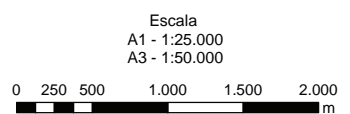


**Legenda**

Hidrografia

**Curve Number - CN**

- 60 - 65
- 65,01 - 70
- 70,01 - 75
- 75,01 - 80
- 80,01 - 85
- 85,01 - 90
- 90,01 - 95



Sistema de Coordenadas UTM  
 SIRGAS2000 22 S



Os hietogramas de projeto foram obtidos a partir da equação IDF determinada para Rio Grande, cuja metodologia e resultados foram anteriormente apresentados neste relatório (item 3.2.1).

No caso dos hidrogramas de projeto para o cenário atual, os mesmos foram estabelecidos para cada sub-bacia elementar. Em função do volume considerável de dados que constituem os hidrogramas de projeto para as 81 sub-bacias elementares de Rio Grande, os mesmos não são apresentados aqui. Desse modo, para ilustrar, apresenta-se o hidrograma da sub-bacia Mestre Jerônimo na Figura 3.26, enquanto os demais hidrogramas estão apresentados em formato digital nos Anexos.

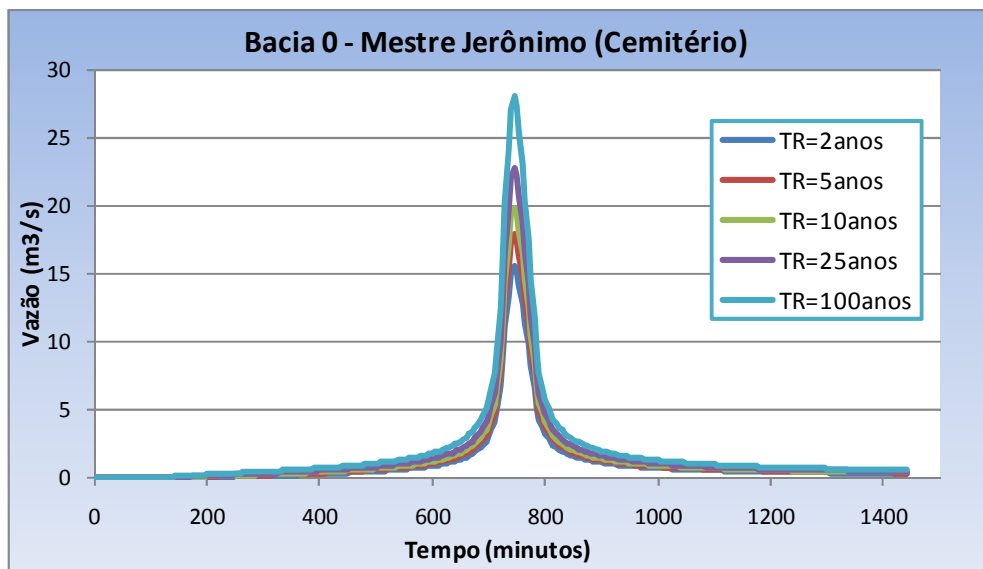


Figura 3.26: Hidrograma de projeto para a sub-bacia Mestre Jerônimo (Cemitério) – cenário atual

### 3.2.5 Inundações: Risco no Município do Rio Grande

As inundações podem ser classificadas em diferentes tipos, no entanto, de forma simplificada podem ser caracterizadas em três tipos bem diferenciados que podem ocorrer isoladamente ou de forma combinada:

- As inundações urbanas acontecem à medida que a população impermeabiliza o solo e acelera o escoamento através de condutos e canais. A quantidade de água que chega ao mesmo tempo no sistema de drenagem aumenta, produzindo inundações mais frequentes do que as que existiam quando a superfície era permeável e o escoamento se dava pelo ravinamento (erosão) natural.
- A inundação ribeirinha acontece quando a precipitação é intensa e o solo não tem capacidade de infiltrar. Grande parte do volume esco para o sistema de drenagem, superando sua capacidade natural de escoamento. O excesso do volume que não consegue ser drenado ocupa a várzea, inundando- a.
- A inundação Marinha que acontece quando o Oceano eleva seu nível, inundando as áreas baixas localizadas à Beira Mar. No caso de Rio Grande, em função da dinâmica complexa da foz da Lagoa dos Patos, estes últimos dois tipos de inundação são tratados como um único problema.

Em Rio Grande, de acordo com o Plano de Contingência / Operacional da Defesa Civil do Município do Rio Grande, apresentado no Anexo IV, as cinco causas mais comuns de ocorrência desses eventos, as quais, normalmente, atuam em conjuntos de duas ou mais, são:



- Precipitações anormais;
- Elevação do nível das águas da Lagoa dos Patos;
- Falha nos equipamentos de bombeio dos sistemas de drenagem;
- Oclusão do sistema de escoamento pluvial; e
- Represamento das águas na entrada da Barra por ação dos ventos.

Recentemente, em 04/04/2013 verificou-se uma ocorrência resultante da formação de um ciclone extratropical no oceano, com chuva volumosa e ventos fortes, que provocou alagamentos em vários pontos de Rio Grande (Figura 3.27). Neste dia, a estação meteorológica automática do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet) registrou 117,2 mm, em 24 horas.



Figura 3.27: Imagem da área urbana do Rio Grande em 04/04/2013.

Fonte: <http://deolhonotempo.com.br/site/chuva-volumosa-provoca-alagamentos-em-rio-grande-rs/>

A seguir, as diferentes inundações que ocorrem no município do Rio Grande são descritas, com base nos dados primários e secundários levantados para o município.

### 3.2.5.1 Inundações Urbanas

Primeiramente, foram levantados os dados referentes aos desastres por inundações no município do Rio Grande no período de 1980 a 2005 nos trabalhos de Ferreira e Robaina (2010) e Reckziegel (2007), que reúne todos os eventos de desastres do estado de Rio Grande do Sul no período. Esses dados foram compilados em uma planilha eletrônica. Posteriormente os mesmos foram qualificados e refinados através de uma saída de campo à área de estudo. O processo de qualificação e refinamento foi feito por pesquisas do histórico de desastres por inundações no jornal de maior circulação local (Jornal Agora) e junto à Secretaria da Defesa Civil do município, estendendo o período de dados para 2009 e totalizando 29 anos de recobrimento temporal para os dados referentes a este tipo de acidente.

Também foram digitalizados os dados de inundações obtidas nas audiências. Durante as audiências os participantes receberam uma série de mapas do município, nos quais indicaram locais de seu conhecimento que sofrem inundações. Observa-se claramente que esta informação complementa as anteriores (Ex. Robaina e Ferreira, 2010), uma vez que indicam pontos fora da região central do município, como as inundações recorrentes na região do Arroio Cabeças, no Distrito da Quinta.





A seguir, foi realizada a tabulação dos dados obtidos em campo, aprimorando a planilha já existente, com as áreas mais afetadas, número de pessoas atingidas e os eventuais decretos municipais (situação de emergência ou estado de calamidade pública).

O terceiro momento foi o posterior georreferenciamento das imagens orbitais do satélite QuickBird de 2006 e do Mapa Urbano Base (MUB), fornecidos pela Prefeitura Municipal do Rio Grande, no programa Spring 4.3 com o auxílio de um GPS (modelo Garmin GPSMAP 60CSx) para a coleta de pontos reconhecíveis em campo. Foram digitalizados os locais com registro de ocorrências de acidentes de inundações para apresentação cartográfica dos dados históricos de eventos. Concomitantemente, fez-se a análise dos principais fatores condicionantes das inundações através do exame da bibliografia existente sobre os temas pertinentes.

As condições do meio físico-natural na área urbana do Rio Grande impõem uma série de condições tanto ao processo de urbanização quanto à ocorrência de acidentes por inundação.

O estuário da Lagoa dos Patos possui uma dinâmica muito particular no que se refere aos condicionantes que ocasionam inundações. O regime de micromarés da costa gaúcha e o “estrangulamento” do corpo lagunar em uma única e estreita desembocadura, exutório de um sistema hidrográfico de aproximadamente 200.000km<sup>2</sup>, fazem com que os níveis de água e a circulação interna no estuário sejam controlados predominantemente pela combinação da descarga fluvial com o regime de ventos atuante. Assim, excepcionalmente, o processo de inundação pode ter lugar mesmo quando não há precipitação local, como registrado nos anos de 1992 e 2001. A ação dos ventos do quadrante sul causa um empilhamento das águas costeiras sobre o litoral e uma depressão no estuário, gerando uma pressão resultante que é responsável por bombear água para dentro da laguna, de modo que, quando precipitam grandes volumes nas bacias hidrográficas contribuintes, o fluxo de vazante é represado. Deste modo, ocorrem vazões mínimas e o nível das águas estuarinas é elevado.

As condições geotécnicas do pontal arenoso, onde se situa o sítio urbano, sua configuração estreita e os interesses econômicos que, através dos séculos, foram sempre voltados para a funcionalidade portuária, desencorajaram a verticalização e fizeram com que a cidade crescesse projetando-se sobre os corpos hídricos por meio de grandes quantidades de aterros. Assim, extensas áreas que originalmente constituíam-se de terrenos alagáveis foram progressivamente transformadas em terra urbana. No interior do pontal, o relevo extremamente plano, o lençol freático muito próximo da superfície e a permeabilidade do solo conferem ao sítio urbano dificuldades de escoamento das águas pluviais que são responsáveis por inundações por alagamento.

A análise de desastres e acidentes causados por inundações em Rio Grande mostra que nos últimos 29 anos ocorreram 60 eventos que provocaram acidentes/desastres. Destes, sete foram severos o bastante de modo que a prefeitura decretasse Situação de Emergência e, em um deles, o de outubro de 2001, foi decretado Estado de Calamidade Pública, devido aos grandes prejuízos e o número de atingidos.

Na análise dos processos de inundação ocorridos, pode-se caracterizar que a distribuição espacial dos acidentes de inundação, no sítio urbano, está relacionada a problemas de micro e macrodrenagem urbana e à diferenciada hidrodinâmica lagunar dominante nas margens norte e sul do pontal. Durante o período estudado, toda a margem norte foi atingida, especialmente os locais mais afastados do centro da cidade, onde há um cenário social mais vulnerável pela combinação de uma infraestrutura urbana deficiente e ocupação desordenada e mais densa. Na margem sul, ao contrário, os acidentes foram mais pontuais, ocorrendo em bairros de maior vulnerabilidade e em ruas perpendiculares ao Saco da Mangueira, onde a hidrodinâmica é limitada. Já no interior do sítio urbano, as inundações estão principalmente relacionadas à deficiência dos canais de micro e macrodrenagem e à dificuldade de escoamento das águas pluviais causando alagamentos.



A situação de maior risco se localiza na extremidade leste do pontal, que se constitui de uma área de grande vulnerabilidade social assentada sobre os aterros construídos para a instalação do Porto Novo, no Bairro Getúlio Vargas nas áreas dos fundos, cuja origem está ligada à ocupação irregular por operários de baixa renda, sendo que para estes está prevista reintegração da área para o porto e sua realocação em prédios nas proximidades. As demais áreas do interior do pontal que se revelaram significativas quanto aos eventos de inundação são o Bairro Centro, que corresponde ao centro histórico e suas extensões (cais do Porto Velho e ruas Dr. Nascimento, Vitorino, Paranaguá, Portinho, Benjamin Constant) e os bairros mais distantes onde há ineficiência da micro e macrodrenagem urbana. Ainda no Centro, o chamado Canalete, um canal de macrodrenagem que atravessa o pontal e liga a margem norte ao Saco da Mangueira, apresenta problemas de inundações em habitações que se situam em suas extremidades. Nos bairros mais carentes a situação de alagamento torna-se mais favorável pelo sistema de drenagem formado por valas a céu aberto, onde a urbanização avançou sobre áreas suscetíveis, que originalmente constituíam-se de dunas interiores e banhados permanentes e temporários.

O avanço da urbanização sobre a margem norte se deu sob diferentes formas e com funções diversificadas. Enquanto no centro urbano as inundações pela invasão das águas lagunares não são tão significativas pelo fato de a margem ser protegida pela barreira representada pelo cais do Porto Velho, na medida em se distanciam do Centro as ocupações se tornam cada vez mais densas diretamente sobre a margem. A margem norte, embora se apresente com diferentes graus de urbanização, caracteriza-se de modo geral por uma ocupação consolidada, com predomínio de população de baixa renda com elevado número de sub-habitações, tendo como principal atividade econômica a pesca artesanal e os pequenos serviços. Assim, é na margem norte que se encontram as maiores situações de risco à inundação devido à grande vulnerabilidade das populações que se assentam diretamente sobre a margem.

Já na margem sul, a área que se encontra nas imediações do Centro, com destaque para as ocupações na extremidade sul do Canalete, apresentam-se intensamente sub-habitadas e em um cenário socialmente degradado, sofrendo constantemente com os acidentes por inundação causados pelas precipitações, embora a reduzida hidrodinâmica às margens do Saco da Mangueira lhe confira alguma proteção quanto à invasão das águas lagunares. Neste local, a população modifica constantemente a configuração da margem através de aterros ilegais feitos por iniciativa própria com resíduos e entulho. Desta forma, a falta de ações por parte da administração pública em relação ao ordenamento territorial permitiu a ocorrência desta segregação socioespacial e a ocupação desordenada sobre áreas inadequadas e susceptíveis aos acidentes de inundação.

A Figura 3.28 apresenta as zonas mais propensas à ocorrência de inundações e enchentes, de acordo com o Plano de Contingência / Operacional da Defesa Civil (2012). Já a Figura 3.29, apresenta as áreas indicadas pela maior ocorrência de alagamentos, obtidas por meio de revisão bibliográfica, manifestação popular e vistorias a campo.

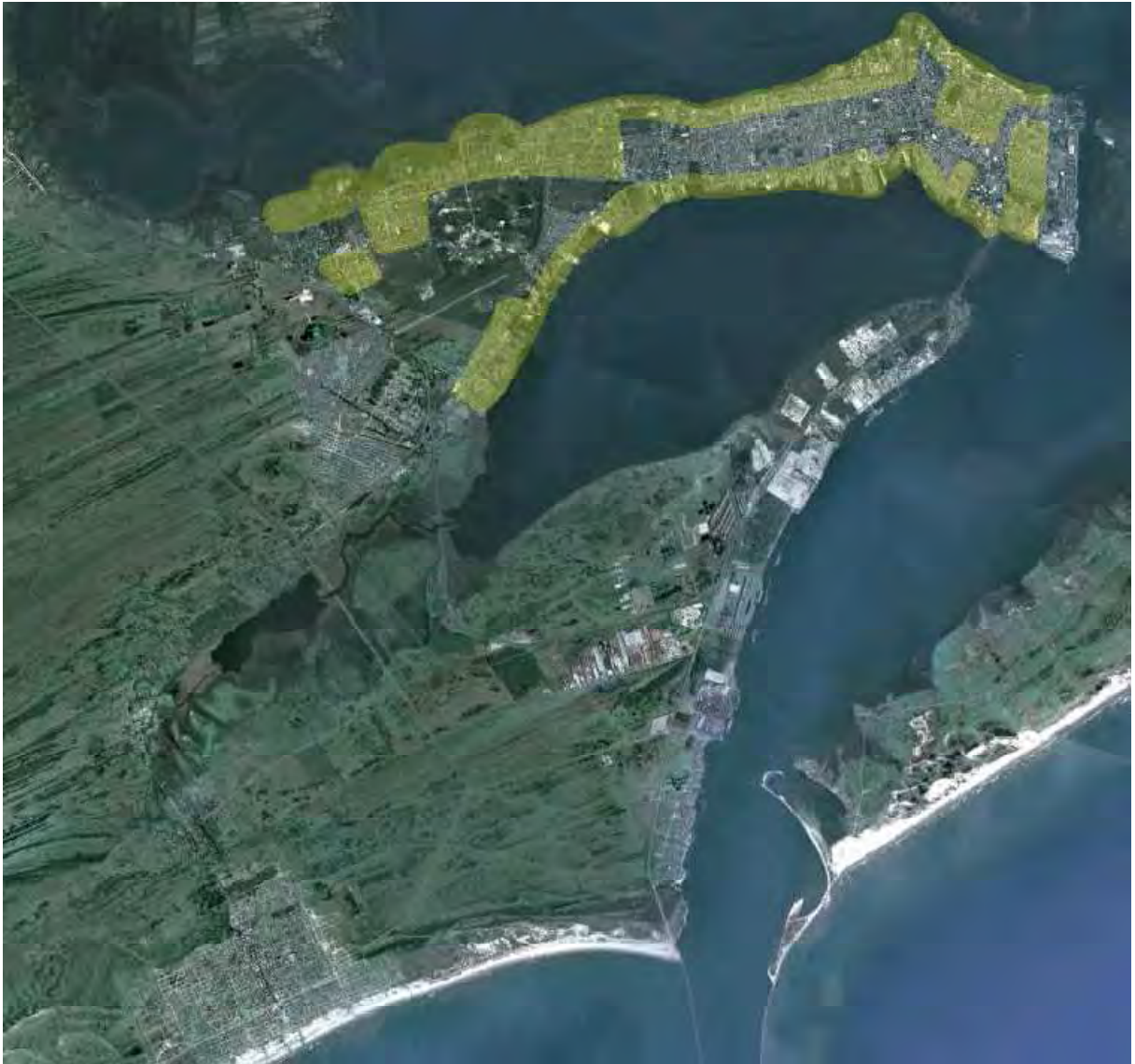
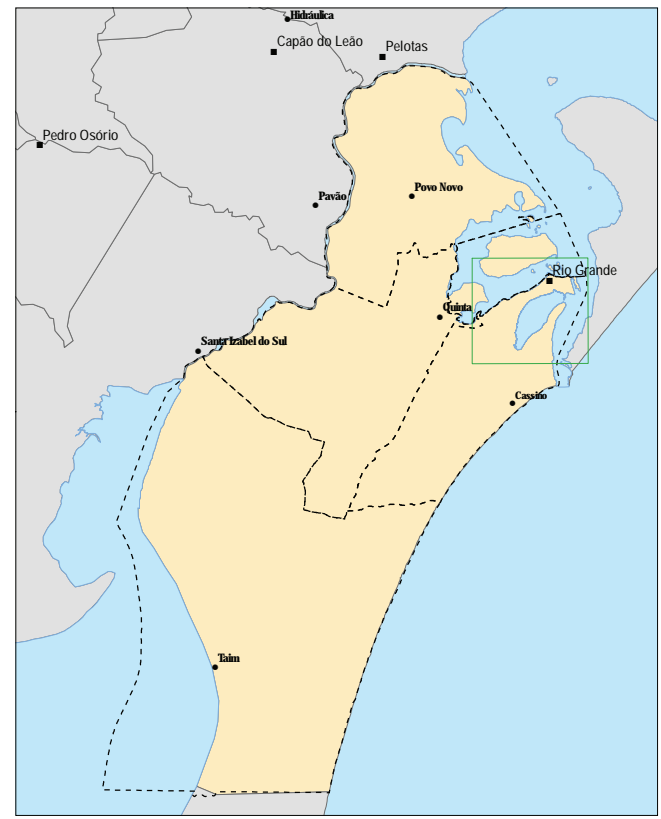
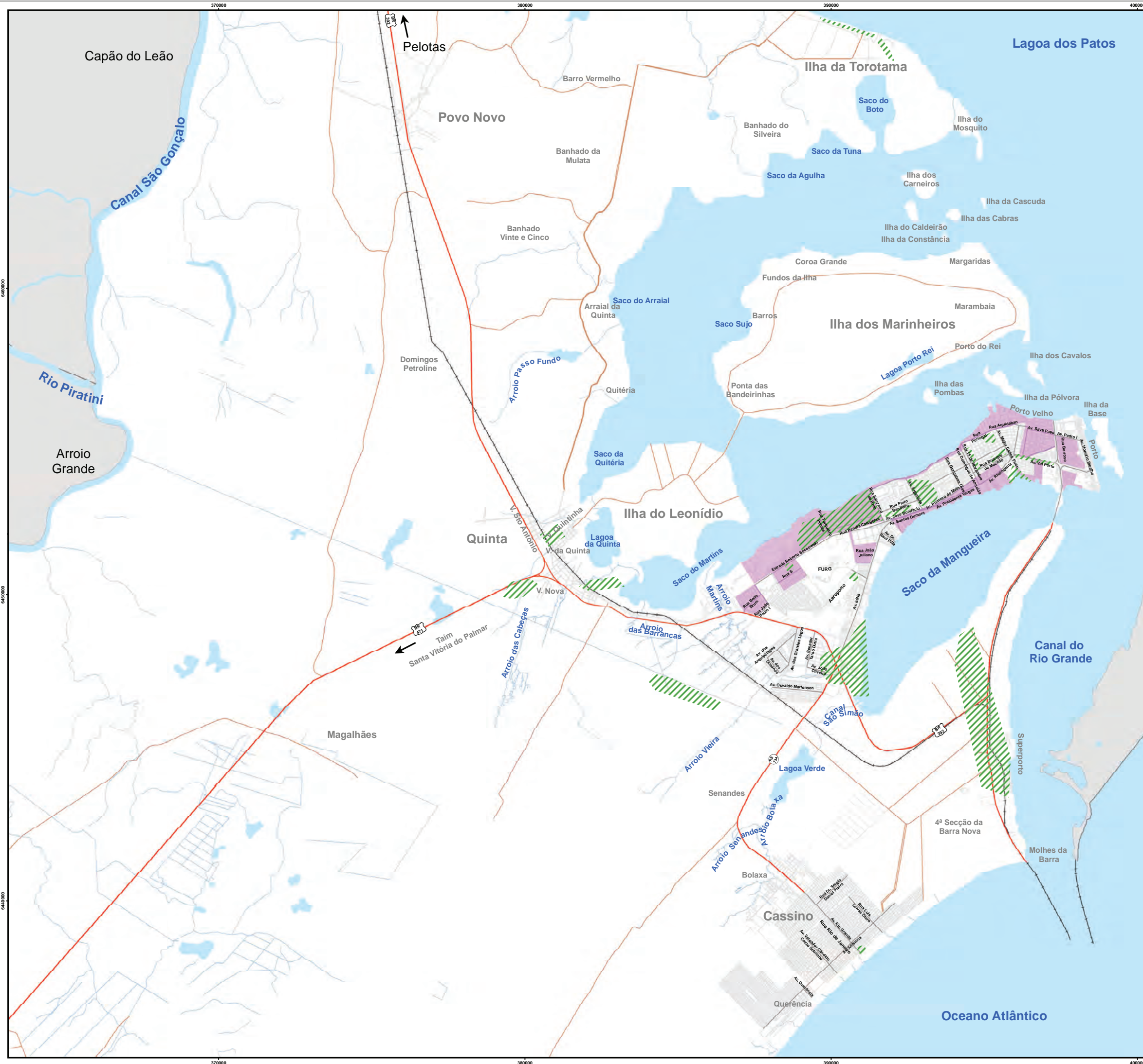


Figura 3.28: Zonas de maior propensão a inundações e enchentes na área urbana

Fonte: Defesa Civil. Plano de Contingência / Operacional – Enchente. 2012.





- Legenda**
- Curso D'água
  - Rodovia
  - Ferrovia
  - Rua
  - Acesso
  - Arruamento
  - Indicado nas Audiências Públicas
  - Ferreira e Robaina (2010)

Escala  
 A1 - 1:60.000  
 A3 - 1:120.000

Sistema de Coordenadas UTM  
 SIRGAS2000 22 S



### 3.2.5.2 Inundações Ribeirinhas/Marítimas

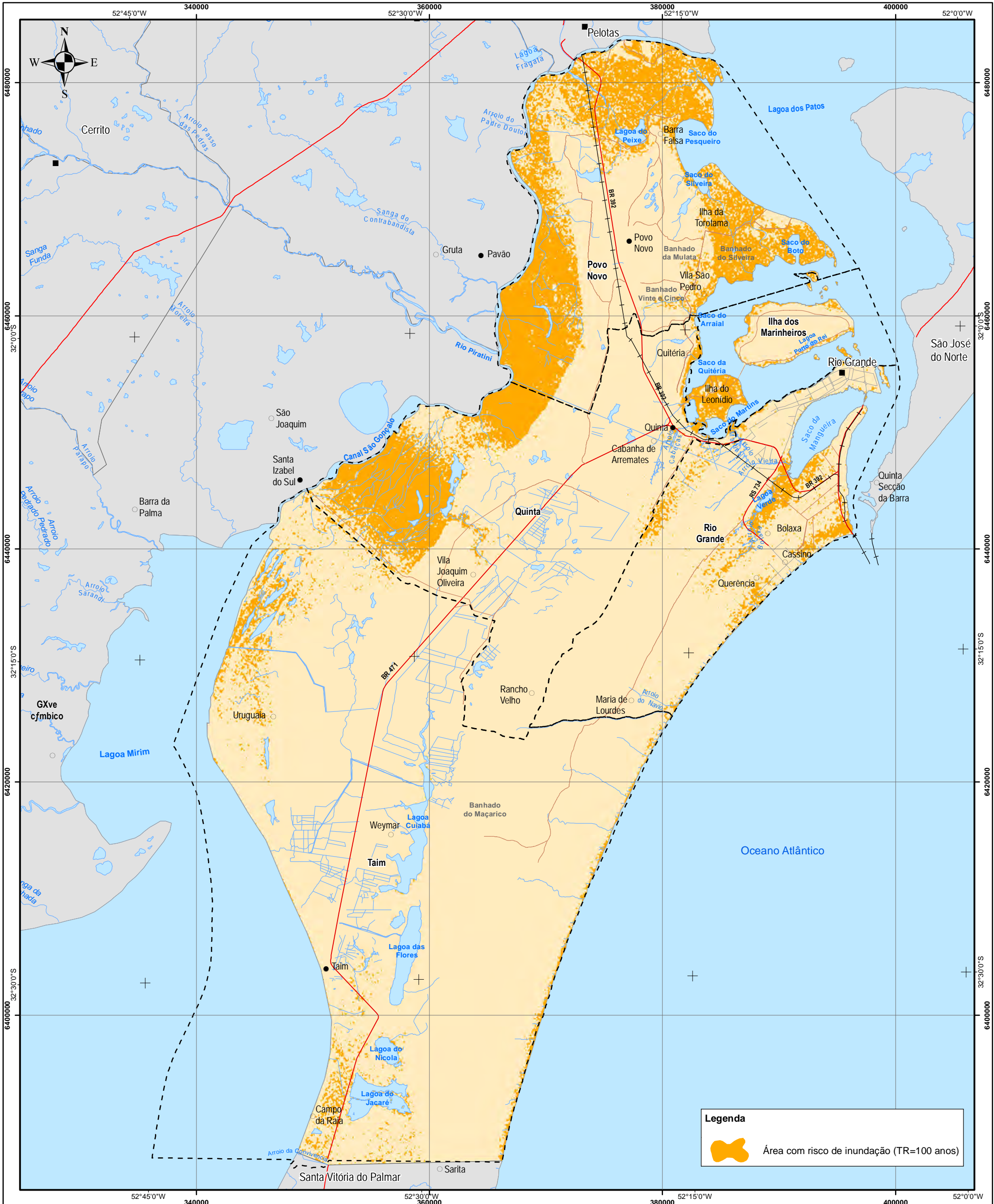
Como já descrito em itens anteriores, a posição geográfica e as características de relevo (plano e pequena altitude em relação ao nível do mar) do município do Rio Grande o deixa em uma situação de vulnerabilidade em relação à variação de nível das marés e da Lagoa dos Patos, que sofrem ainda efeito do vento que causa elevação dos níveis d'água.

Assim, a partir dos níveis determinados no item 3.2.2 para os riscos de ocorrência de 10, 50 e 100 anos de recorrência foi realizada a identificação das regiões que são afetadas para cada risco (Figura 3.30 a Figura 3.35). Observa-se no mapeamento, que um dos principais locais afetados é a foz do arroio Bolaxa, que, com riscos de ocorrência muitos baixos fica totalmente alagado.

Ressalta-se que, conforme o Mapa obtido, a Ilha dos Marinheiros fica sujeita a inundações para baixo risco, o que não foi verificado nos registros e documentos obtidos. Assim, em função das incertezas quanto à topografia disponível, esta área deverá ser monitorada para confirmação dos eventos.

As figuras a seguir ilustram o resultado da simulação realizada para identificação das áreas de risco de inundação, para um tempo de retorno de 10, 50 e 100 anos, para todo o município e na região do Pontal do Rio Grande.





**Cartografia Básica**

- Sede Municipal
- Vilas
- Localidades
- Rodovia
- Ferrovias
- Acesso
- Rua Principal
- Hidrografia
- Distritos

Fonte:  
 Sede Municipal- DSG  
 Distritos - SMMA  
 Vilas - DSG  
 Localidades - DSG  
 Limite Municipal - SMMA  
 Sistema Viário - DSG e SMMA  
 Hidrografia - DSG e SMMA

1:300.000  
 0 1 2 4 6 8 10 km  
 Sistema de Coordenadas UTM  
 SIRGAS 2000  
 Fuso 22

**Legenda**  
 Área com risco de inundação (TR=100 anos)



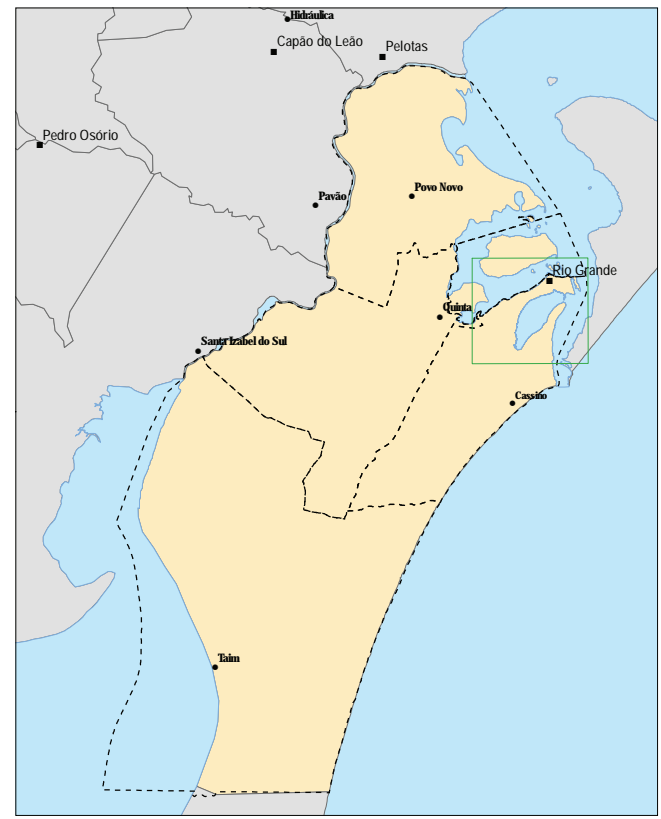
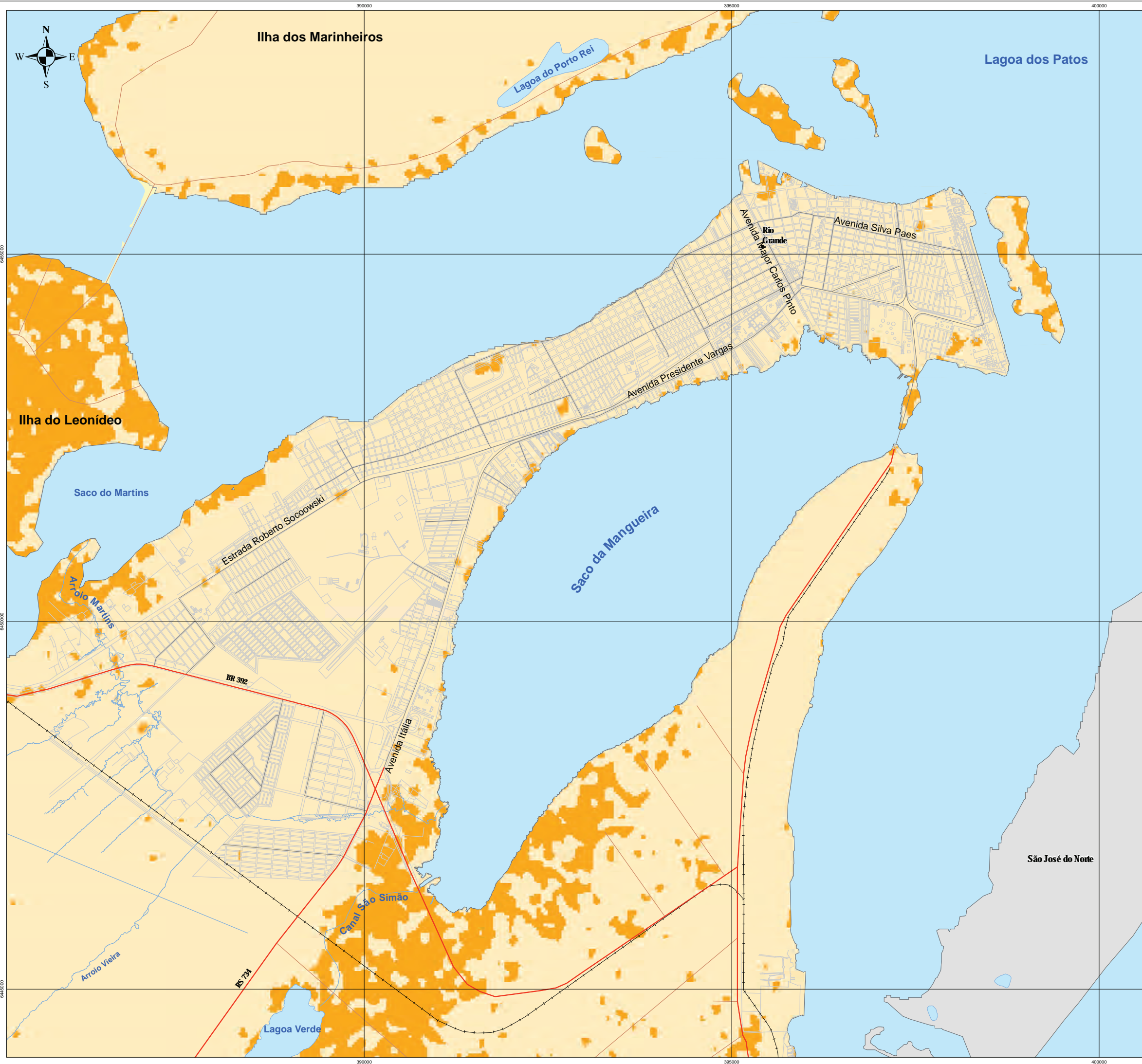
Plano Municipal de Saneamento Básico - RIO GRANDE / RS

Especificação:  
 Simulação das Áreas com Risco de Inundação  
 Chuva com Tempo de Retorno de 100 anos

Figura Nº:  
 3.34







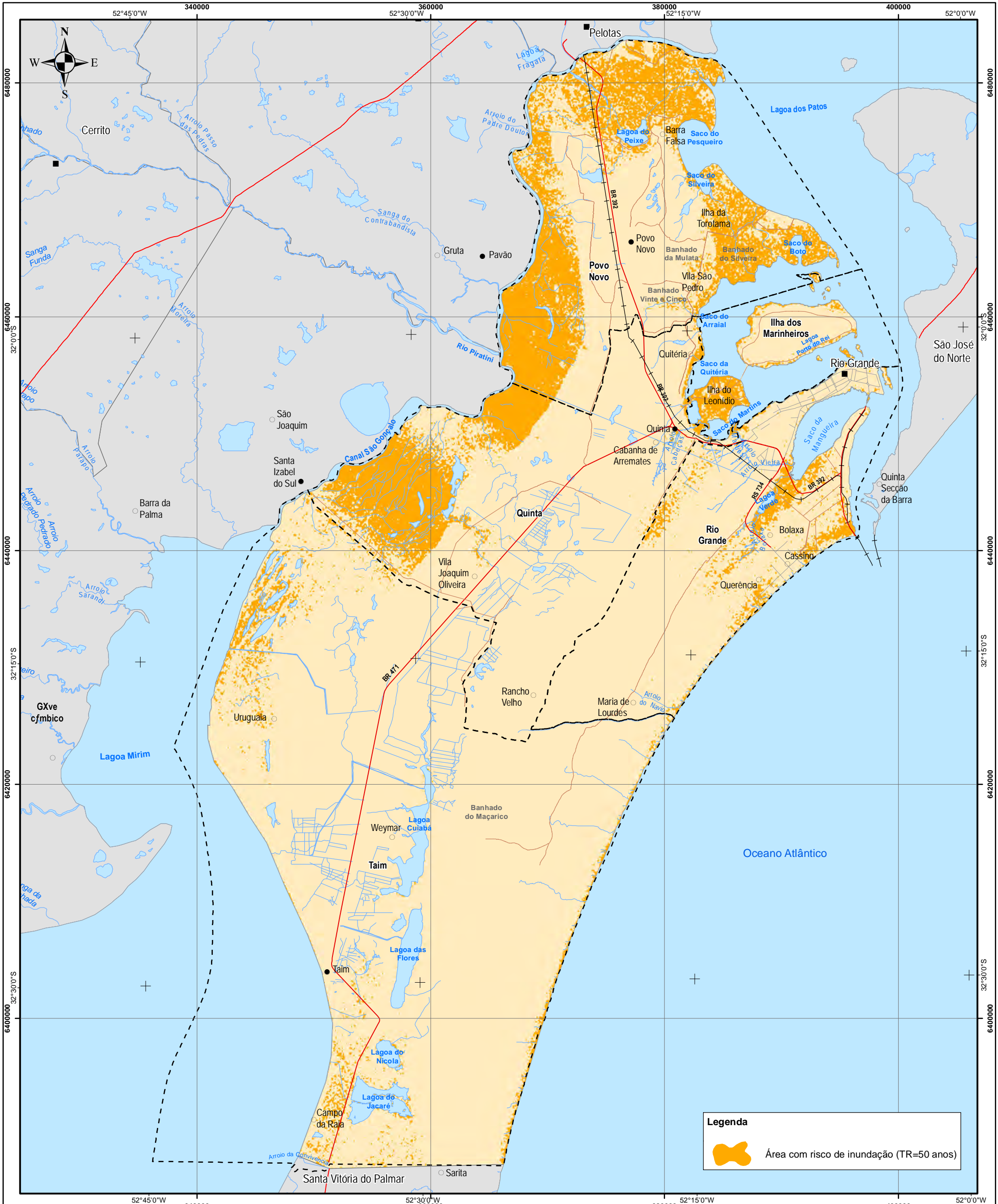
**Legenda**

- Sede Municipal
- Rodovia
- Ferrovias
- Rua
- Acesso
- Arruamento
- Hidrografia
- Áreas com Risco de Inundação (Tr=10 anos)

Escala  
 A1 - 1:25.000  
 A3 - 1:50.000

Sistema de Coordenadas UTM  
 SIRGAS2000 22 S





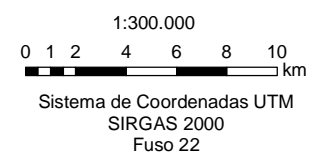
**Cartografia Básica**

- Sede Municipal
- Vilas
- Localidades
- Rodovia
- Ferrovias
- Acesso
- Rua Principal
- Hidrografia
- Distritos

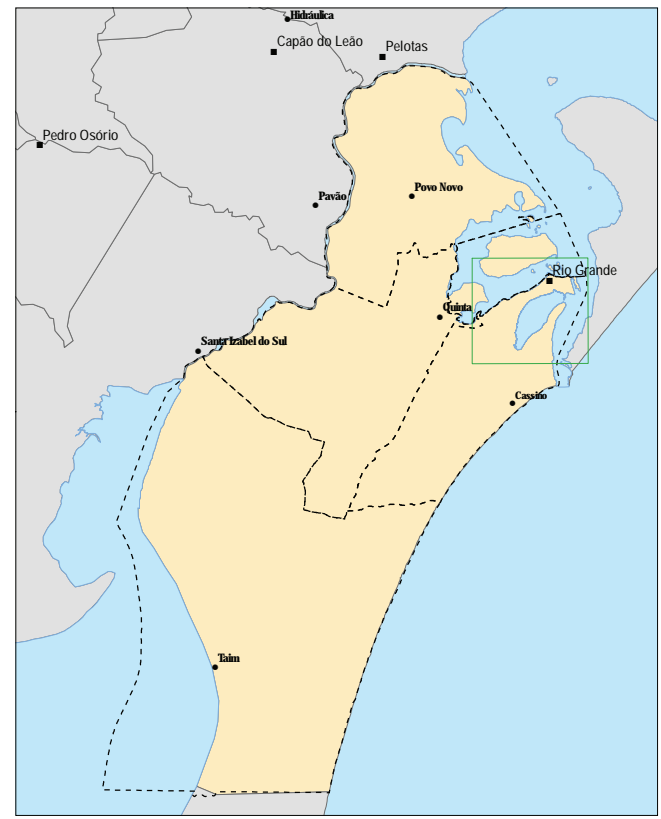
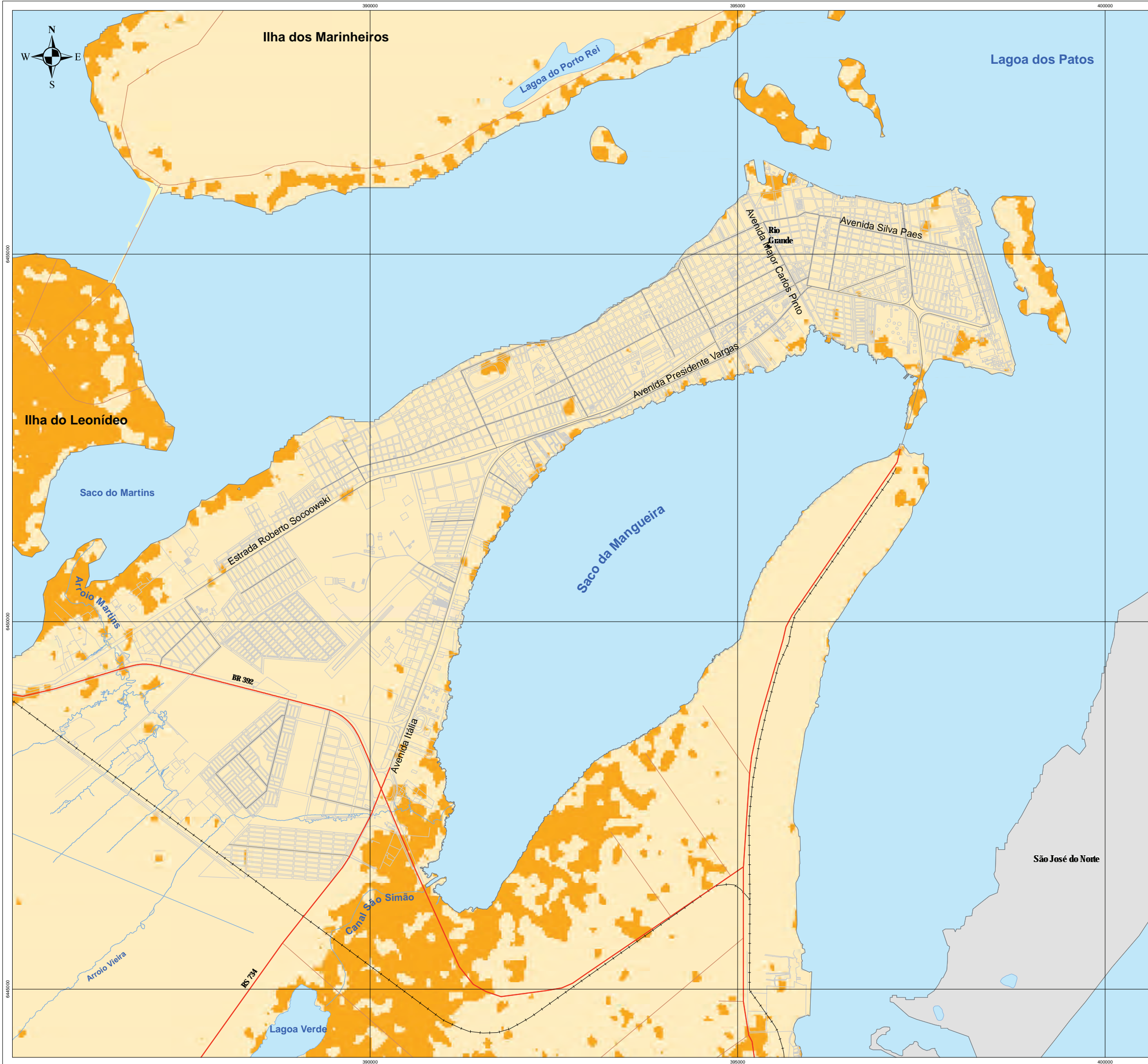
Fonte:  
 Sede Municipal - DSG  
 Distritos - SMMA  
 Vilas - DSG  
 Localidades - DSG  
 Limite Municipal - SMMA  
 Sistema Viário - DSG e SMMA  
 Hidrografia - DSG e SMMA

**Legenda**

- Área com risco de inundação (TR=50 anos)







**Legenda**

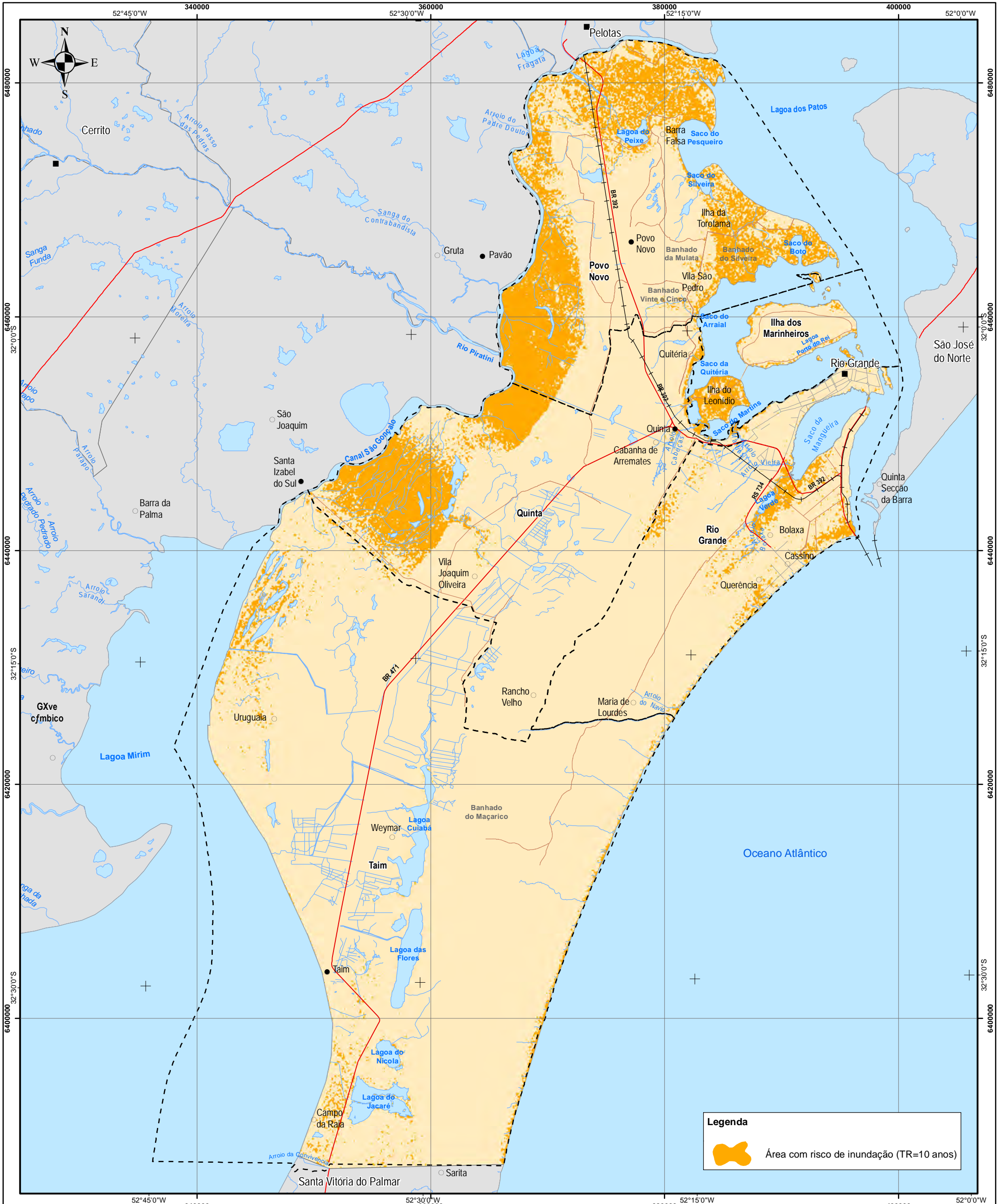
- Sede Municipal
- Rodovia
- Ferrovias
- Rua
- Acesso
- Arruamento
- Hidrografia
- Áreas com Risco de Inundação (Tr=50 anos)

Escala  
 A1 - 1:25.000  
 A3 - 1:50.000

0 250 500 1.000 1.500 2.000 m

Sistema de Coordenadas UTM  
 SIRGAS2000 22 S





**Cartografia Básica**

- Sede Municipal
- Vilas
- Localidades
- Rodovia
- Ferrovias
- Acesso
- Rua Principal
- Hidrografia
- Distritos

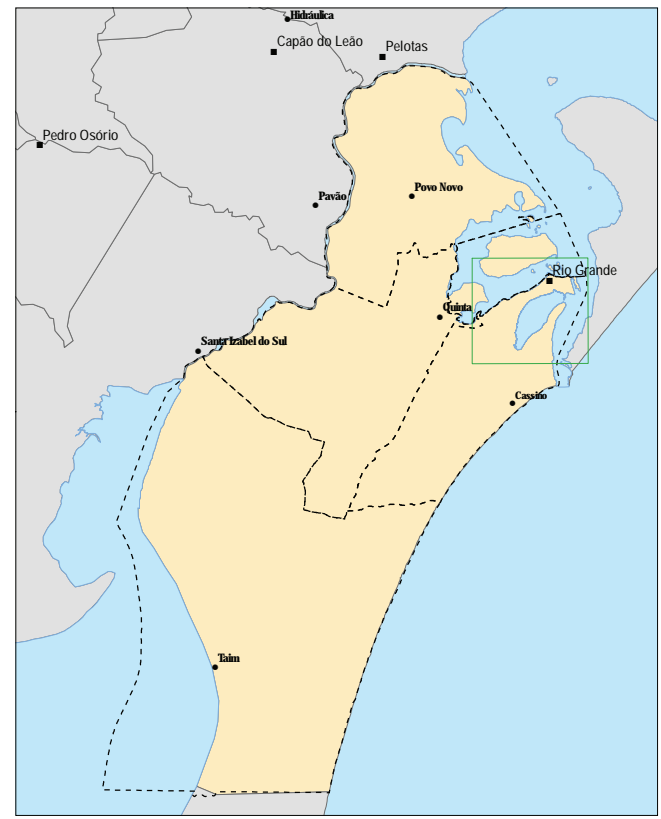
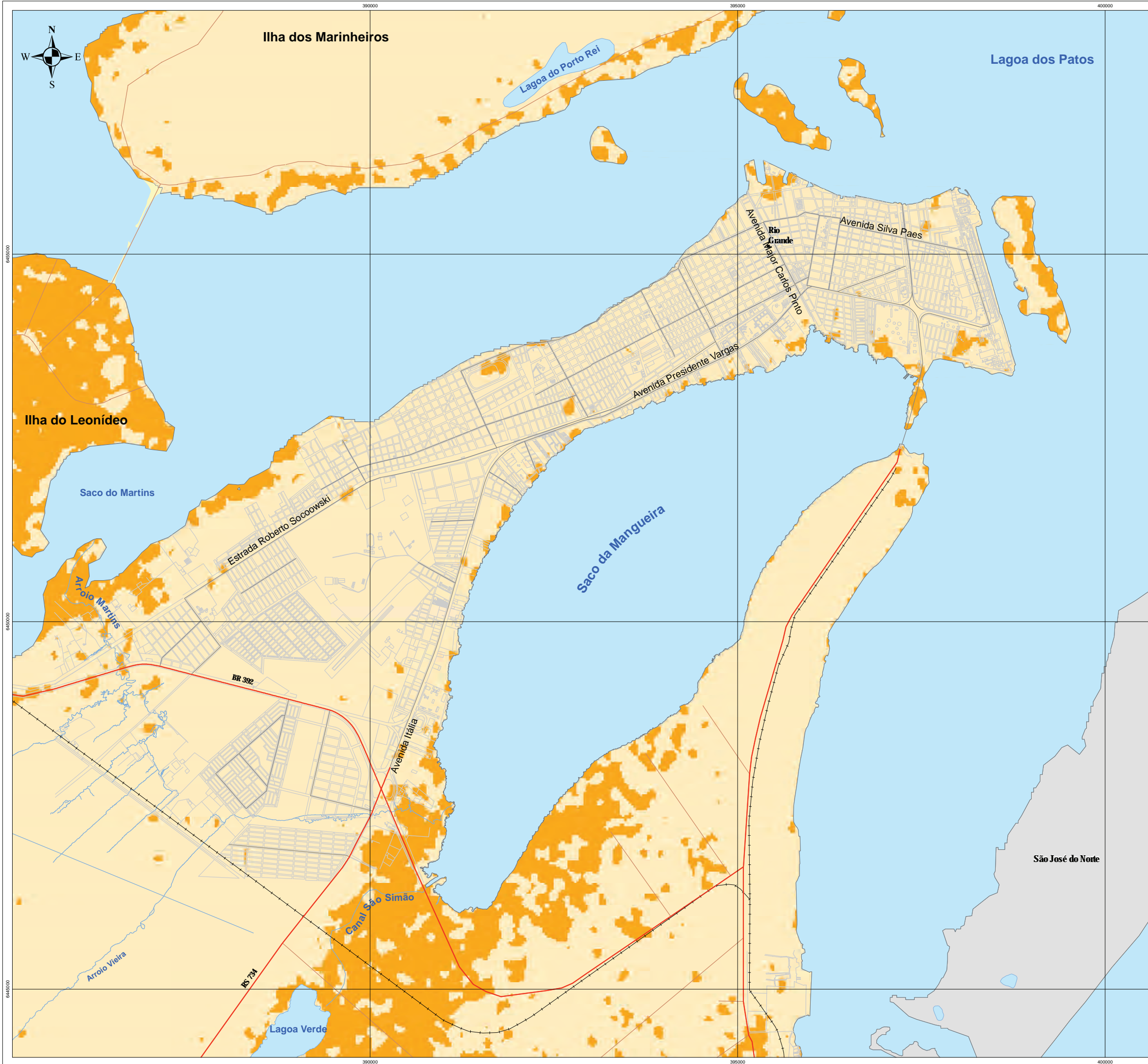
Fonte:  
 Sede Municipal- DSG  
 Distritos - SMMA  
 Vilas - DSG  
 Localidades - DSG  
 Limite Municipal - SMMA  
 Sistema Viário - DSG e SMMA  
 Hidrografia - DSG e SMMA

**Legenda**

- Área com risco de inundação (TR=10 anos)

1:300.000  
 0 1 2 4 6 8 10 km  
 Sistema de Coordenadas UTM  
 SIRGAS 2000  
 Fuso 22





**Legenda**

- Sede Municipal
- Rodovia
- Ferrovias
- Rua
- Acesso
- Arruamento
- Hidrografia
- Áreas com Risco de Inundação (Tr=100 anos)

Escala  
 A1 - 1:25.000  
 A3 - 1:50.000

0 250 500 1.000 1.500 2.000 m

Sistema de Coordenadas UTM  
 SIRGAS2000 22 S



## **4 PRESTAÇÃO DOS SERVIÇOS DE DRENAGEM URBANA**





## 4 PRESTAÇÃO DOS SERVIÇOS DE DRENAGEM URBANA

A seguir serão apresentadas características gerais quanto a prestação dos serviços de drenagem urbana no município do Rio Grande, entre elas os aspectos legais, políticos e institucionais, bem como informações quanto a operação e manutenção, planejamento, regulação e fiscalização, ações inter-setoriais e de participação e controle social.

### 4.1 Aspectos Legais

As legislações que envolvem as águas urbanas estão diretamente relacionadas com: recursos hídricos, uso do solo e meio ambiente. Estes elementos são tratados nos 3 níveis institucionais (federal, estadual e municipal).

Na esfera Federal, a Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano (SRHU) do Ministério Federal do Meio Ambiente atua na definição de normas e instrumentos para a gestão sustentável das águas no meio urbano, com base no conceito de desenvolvimento urbano de baixo impacto. Esse conceito busca a preservação do ciclo hidrológico natural, a partir da redução do escoamento superficial adicional gerado pelas alterações da superfície do solo (decorrentes do desenvolvimento urbano), e da indução à infiltração da água no solo e conservação e reuso da água em edificações urbanas. Desse modo, privilegia o planejamento e formas de uso e ocupação que contemplem o controle da erosão, permeabilidade do solo, reservação, infiltração e utilização das águas pluviais nos próprios lotes, com formas de pavimentação permeável.

A atuação Federal é no sentido de apresentar os princípios que regem as iniciativas apoiadas pela União relativas à melhoria, ampliação e implantação de sistemas municipais de águas pluviais, ficando a cargo dos municípios criarem legislações específicas para o ordenamento e gestão do manejo de águas pluviais.

A regulação dentro da cidade é realizada através de lei ou decreto específico ou pelo plano de manejo de águas urbanas. Atualmente o município do Rio Grande não conta com ferramental legal que permita o corpo técnico exigir que estes princípios de planejamento e controle sejam implementados. A seguir são descritos os trechos de leis nacionais e municipais que têm alguma relação com o manejo das águas pluviais.

#### 4.1.1 Lei Nacional de Saneamento Básico Relacionada às Águas Pluviais

*Lei 11.445/07 – Lei Nacional de Saneamento Básico estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico e tem como objetivos:*

- IV - disponibilidade, em todas as áreas urbanas, de serviços de drenagem e de manejo das águas pluviais adequados à saúde pública e à segurança da vida e do patrimônio público e privado;*
- V - adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades locais e regionais;*
- VII - eficiência e sustentabilidade econômica;*
- VIII - utilização de tecnologias apropriadas, considerando a capacidade de pagamento dos usuários e a adoção de soluções graduais e progressivas;*
- IX - transparência das ações, baseada em sistemas de informações e processos decisórios institucionalizados;*
- X - controle social;*
- XI - segurança, qualidade e regularidade;*
- XII - integração das infra-estruturas e serviços com a gestão eficiente dos recursos hídricos.*



Em linhas gerais, a Lei Federal nº 11.445/07, editada em 5 de janeiro de 2007, trouxe nova disciplina para a prestação de serviços de saneamento, exigindo a segregação das funções de regulação e fiscalização da prestação direta dos serviços, além de obrigar a contratualização da relação entre prestadores e poder concedente, que passará a ser regulada por entes independentes. Além disso, juntamente com a Lei nº 11.107/05, a Lei de Saneamento definiu novos contornos para o relacionamento entre Estado, Municípios e prestadores de serviços, dispondo sobre o conteúdo e o formato dos convênios de cooperação e contratos de programa/concessão a serem firmados.

A nova legislação demanda a elaboração, pelos titulares dos serviços de saneamento, de planos de longo prazo, compatibilizados com os Planos de Bacias Hidrográficas, que estimulem a viabilidade econômica de sua prestação. Esta determinação passou a constituir requisito para a delegação da prestação dos serviços e para a obtenção de recursos financeiros federais. Na mesma linha, a existência de estudo de viabilidade técnica e econômica da concessão, assim como a definição de ente independente para sua regulação, também se tornou pressupostos para essa delegação.

#### 4.1.2 Legislações Municipais Relacionadas às Águas Pluviais

A seguir são apresentados trechos do Plano Diretor Participativo do Município do Rio Grande que se relacionam com o manejo de águas pluviais:

#### **TÍTULO II - DAS DIRETRIZES SETORIAIS DA POLÍTICA DE DESENVOLVIMENTO MUNICIPAL**

##### **CAPÍTULO III - DA POLÍTICA AMBIENTAL MUNICIPAL**

**Art. 40. Constituem diretrizes da Política Ambiental Municipal:**

*III - Preservar, recuperar e conservar os recursos hídricos, mantendo a classificação da qualidade das águas;*

*XVI - Implementar programas de recuperação das áreas de risco;*

*XIX - Proteger os cursos e corpos d'água do município, suas nascentes e vegetação ciliar;*

*XXII - Promover a ampliação, implantação e manutenção de parques e de áreas verdes;*

##### **TÍTULO III - DO ORDENAMENTO TERRITORIAL**

##### **CAPÍTULO I - DAS ÁREAS TERRITORIAIS**

**Art. 93. São Áreas de Preservação Permanente, as instituídas legalmente na forma da lei vigente, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas.**

**§ 1º. Além das áreas instituídas legalmente, na forma da legislação Estadual e Federal vigente, são consideradas pelo Município como de preservação permanentes, as seguintes áreas:**

*I - As áreas que se localizam ao longo das margens do Saco da Mangueira, da Saco do Martins, da Lagoa da Quinta, da Lagoa Mirim, Lagoa Verde, do Saco do Justino e Saco do Arraial, as margens das ilhas, correspondendo a uma faixa limitada pela cota altimétrica de + 1,00 m (um metro), referida ao Sistema Oficial de Referência de Nível adotado pelo Município, e com a largura mínima de 150,00 m (cento e cinquenta metros), conforme Mapa 06;*

*II - As áreas que se localizam ao longo das margens dos Arroios Bolaxa, Senandes, Martins, Vieira, das Barrancas e das Cabeças, correspondendo a uma faixa com largura mínima de:*



a) 30,00 m (trinta metros) para o curso d'água com menos de 10,00 m (dez metros) de largura;

b) 50,00 m (cinquenta metros) para o curso d'água com 10,00 a 50,00 m (dez a cinquenta metros) de largura; (inciso II: redação dada pela Lei N°7.087/2011)

III - As áreas que se localizam às margens de canal adutor da Corsan, correspondendo a uma faixa de largura mínima de 50,00 m (cinquenta metros).

§ 2º. Na orla ao longo da Área Urbana de Ocupação Intensiva, poderão ser mantidas as áreas com ocupações consolidadas e as áreas de proteção ambiental existentes, indicadas no Mapa 06, sendo que somente serão admitidas obras e alterações que estejam previstas no Projeto Orla do Município do Rio Grande.

As presentes diretrizes do Plano Diretor Participativo do Município não intentam de forma mais incisiva a respeito do Manejo de Águas Pluviais, sendo voltada mais para os aspectos da preservação e recuperação dos ambientes naturais, não regulando diretamente os impactos da urbanização sobre o escoamento pluvial, deixando, assim, os proprietários livres para realizarem alterações do uso do solo, que, frequentemente, alteram negativamente os processos hidrológicos externalizando problemas para a sociedade riograndina em geral.

## 4.2 Aspectos Políticos – Institucionais

Na atual estrutura organizacional da Prefeitura Municipal do Rio Grande, o manejo de águas pluviais é competência da Secretaria Municipal de Infraestrutura (SMI), tendo co-participação da Secretaria de Município de Coordenação e Planejamento (SMCP) e da Secretaria de Município de Meio Ambiente na aprovação e fiscalização de empreendimentos e obras.

## 4.3 Operação e Manutenção

A manutenção da rede de drenagem pluvial que envolve desentupimento de bueiros e condutos, limpeza de arroios e desassoreamento é realizada por equipe própria da SMI, bem como a recuperação de redes e estruturas danificadas.

A comunicação da população para relatar problemas na rede de drenagem pluvial pode ser feita diretamente na SMI, situada a Rua Altamir de Lacerda Nascimento, 930 – Bairro Hidráulica no horário: 8h00min – 11h30min (manhã) e 13h30min – 17h00min (tarde) de segunda-feira a sexta-feira, ou ainda por telefone (53) – 3231-1038, com a funcionária Luciane (luciane.cerchiaro@riogrande.rs.gov.br).

Ainda, o contato pode ser realizado através de um Processo de cadastramento no site da Prefeitura ([www.riogrande.rs.gov.br](http://www.riogrande.rs.gov.br)). Após a realização do Cadastro Cidadão é possível solicitar providências por meio de um Protocolo Digital.

Por qualquer um das formas de comunicação, a solicitação dos serviços é cadastrada no registro de atendimento numérico e depois repassada ao setor responsável que executará a tarefa necessária.

Os equipamentos disponíveis pela SMI para a realização de manutenção e reparação do sistema de drenagem são: retroescavadeira, escavadeira hidráulica, caçambas, viaturas com encarregados. A equipe não conta com engenheiros, sendo o número de pessoas alocadas nesta função de cerca de 30 funcionários que atendem tanto a parte urbana quanto a rural do município do Rio Grande.

Quanto à operação das casas de bomba e da comporta do arroio Cabeças, esta atividade fica ao cargo do Núcleo de Ruas Pavimentadas e Canaletes e Casa de Bombas da Gerência de Manutenção de Ruas, pertencente à Superintendência de Obras da Secretaria Municipal de Infraestrutura (SMI). Estas atividades e regras de operação são em função das condições pluviométricas dos eventos chuvosos, porém são empíricas e não documentadas,





dificultando a substituição de funcionários para esta atividade e dando margem para possíveis erros e vícios de operação.

A atuação durante eventos extremos de inundações inicia-se com a mobilização da Defesa Civil que, com apoio da SMI e dos Corpos de Bombeiros atuam no atendimento às vítimas em eminência de serem atingidos.

Os recursos financeiros para a operação e manutenção são provenientes do próprio município contando com Convênio com outros órgãos governamentais (federal e estadual) para obras de recuperação e ampliação de maior vulto.

As despesas com drenagem pluvial nos últimos 5 anos somaram cerca de R\$ 25.000.000,00, vindos de recursos próprios e convênios com o Governo Federal e Banco Mundial. Este valor pode ter alguma incerteza, já que o registro dos custos das atividades realizadas na drenagem pluvial não são realizados em uma única conta do município.

#### 4.4 Planejamento

A Lei Federal do Saneamento Básico estabelece que a prestação de serviços públicos de saneamento básico deverá se ater a um plano, que poderá ser específico para cada serviço (água, esgoto, resíduos e drenagem), o qual contenha, no mínimo:

- diagnóstico da situação e de seus impactos nas condições de vida, utilizando sistema de indicadores sanitários, epidemiológicos, ambientais e socioeconômicos e apontando as causas das deficiências detectadas;
- objetivos e metas de curto, médio e longo prazos para a universalização, admitidas soluções graduais e progressivas, observando a compatibilidade com os demais planos setoriais;
- programas, projetos e ações necessárias para atingir os objetivos e as metas, de modo compatível com os respectivos planos plurianuais e com outros planos governamentais correlatos, identificando possíveis fontes de financiamento;
- ações para emergências e contingências; e,
- mecanismos e procedimentos para a avaliação sistemática da eficiência e eficácia das ações programadas.

Os planos deverão ser revistos periodicamente, em prazo não superior a quatro anos, anteriormente à elaboração do Plano Plurianual, e que cabe à entidade reguladora e fiscalizadora dos serviços a verificação do cumprimento dos planos por parte dos prestadores de serviços, na forma das disposições legais, regulamentares e contratuais.

Além disso, a Lei exige ampla divulgação das propostas e revisões desses planos e dos estudos que os fundamentam, inclusive com a realização de audiências ou consultas públicas e o recebimento de sugestões e críticas.

Atualmente o planejamento no município do Rio Grande não segue estas recomendações, o planejamento é realizado de modo não concatenado, sendo realizado pela SMCP pontualmente conforme surgem as necessidades, por meio de projetos específicos.

#### 4.5 Regulação e Fiscalização

Constituem objetivos da regulação, segundo a Lei Federal do Saneamento Básico:

- estabelecer padrões e normas para a adequada prestação dos serviços e para a satisfação dos usuários;
- garantir o cumprimento das condições e metas estabelecidas;
- prevenir e reprimir o abuso do poder econômico, no que couber; e,
- definir tarifas que assegurem tanto o equilíbrio econômico e financeiro dos contratos como a modicidade tarifária, mediante mecanismos que induzam a eficiência e



eficácia dos serviços e que permitam a apropriação social dos ganhos de produtividade.

A regulação poderá ser exercida no próprio âmbito municipal ou delegada pelo titular a instituição da esfera estadual que tenha esse fim, explicitando, no ato de delegação da regulação, a forma de atuação e a abrangência das atividades a serem desempenhadas pelas partes envolvidas.

A entidade reguladora deve editar normas quanto a dimensões técnicas, econômicas e sociais de prestação dos serviços, abrangendo, pelo menos, os seguintes aspectos:

- padrões e indicadores de qualidade da prestação dos serviços;
- requisitos operacionais e de manutenção dos sistemas;
- metas progressivas de expansão e de qualidade dos serviços, com os respectivos prazos;
- regime, estrutura e níveis tarifários, bem como os critérios e prazos de sua fixação, reajuste e revisão;
- medição, faturamento e cobrança de serviços;
- monitoramento dos custos;
- avaliação da eficiência e eficácia dos serviços prestados;
- plano de contas e mecanismos de informação, auditoria e certificação;
- subsídios tarifários e não tarifários;
- padrões de atendimento ao público e mecanismos de participação e informação; e,
- medidas de contingências e de emergências, inclusive racionamento.

Devido à falta de apoio legal para as atividades de regulação e fiscalização, e, ainda, pela inexistência de uma equipe alocada para esta atividade o município do Rio Grande apresenta uma carência significativa de ações administrativas que objetivem criar mecanismos de regulação e fiscalização que atuem de modo permanente.

#### **4.6 Ações Inter-setoriais**

As ações inter-setoriais resumem-se às atividades de licenciamento de projetos na SMI que são realizadas em conjunto com a Secretaria de Município do Meio Ambiente (SMMA) e a SMCP.

#### **4.7 Participação e Controle Social**

As atividades que envolvem participação e controle social relacionados ao manejo de águas pluviais visam esclarecer à população da conduta correta do cidadão tanto em atividades cotidianas (disposição de resíduos sólidos, obras que interfiram na drenagem pluvial, ocupação de áreas de risco de inundação/alagamento) e em situações de emergência.

Estes temas são tratados de forma incipiente em programas desenvolvidos pelas secretarias diretamente ligadas à educação, meio ambiente e saúde. Talvez a inexistência de ferramentas legais (decretos e leis) que regulamentem o manejo de águas pluviais seja o fator limitante de uma maior ação do município junto à população em relação a este tema.



## 5 DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA





## 5 DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA

A seguir apresenta-se a descrição e caracterização das unidades dos sistemas de drenagem urbana em cada um dos distritos, com base nas vistorias de campo e reuniões com técnicos da Secretaria de Obras e Viação, busca-se desta forma consolidar as informações sobre o tema para que seja possível avaliar a eficiência e eficácia do sistema e sua abrangência de atendimento, bem com as ações necessária para que atenda a população do município de Rio Grande ao longo da abrangência do Plano.

### 5.1 Rio Grande – (1º Distrito)

O primeiro distrito denomina-se Rio Grande e tem como sede a Cidade do Rio Grande. Está subdividido em 1º Subdistrito: Cidade do Rio Grande; 2º Subdistrito: Balneário Cassino (Figura 5.1).

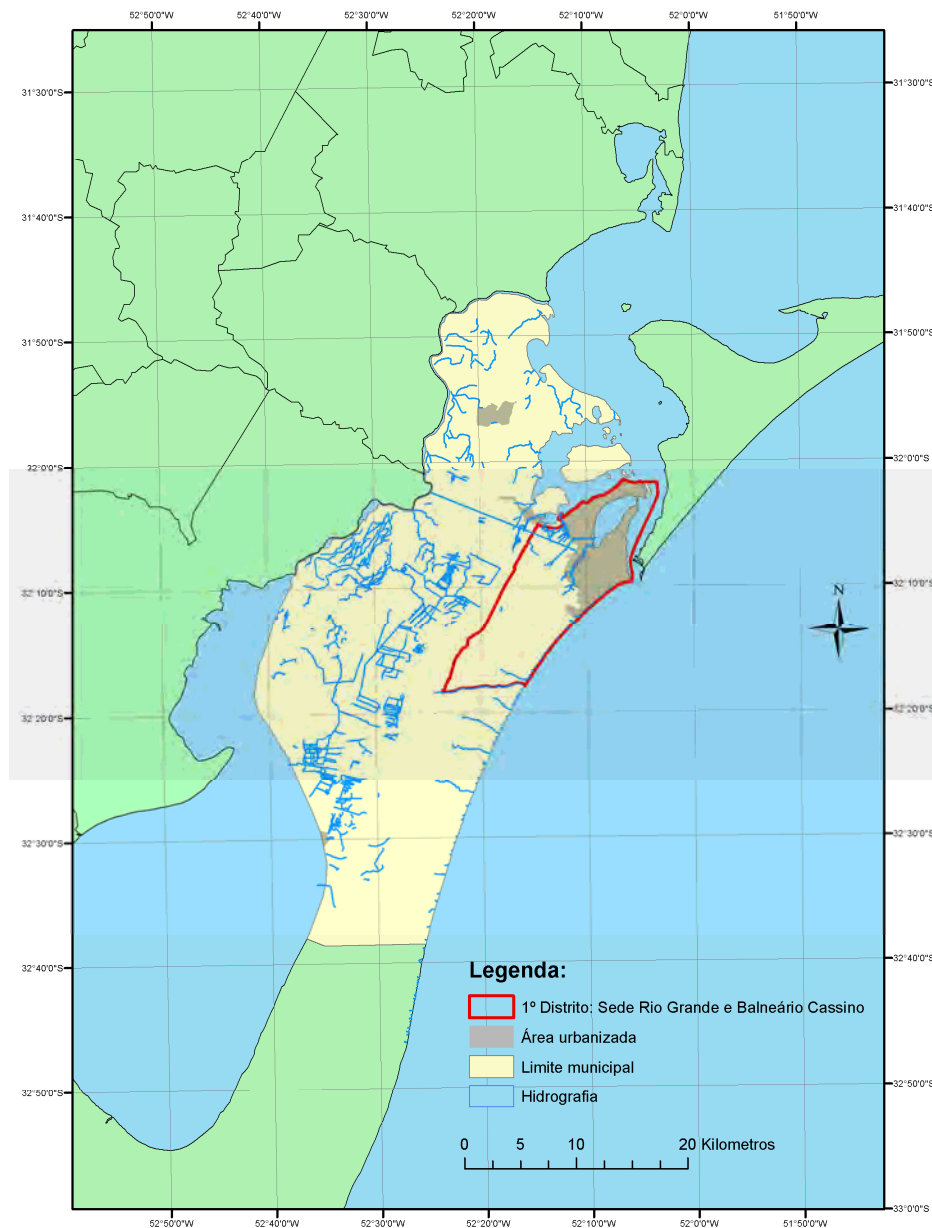


Figura 5.1: Localização do 1º Distrito – Cidade do Rio Grande

A seguir, apresentamos o detalhamento de cada uma das unidades territoriais acima descritas.



### • 1º Subdistrito: Cidade do Rio Grande

O subdistrito Cidade do Rio Grande ocupa uma porção peninsular formada por cordões arenosos regressivos em sentido sudoeste-nordeste, sendo banhada ao sul pelo Saco da Mangueira e ao norte pelo Estuário da Lagoa dos Patos (Braço Norte), sendo a largura desta região peninsular variando entre 1.250 m (junto à Av. Argentina) e 5.000 m (cabeceira sudoeste do aeroporto doméstico Gustavo Cramer).

Sendo a sede do município, este distrito é o que apresenta maior densidade urbana e consequentemente maior taxa de impermeabilização do solo. Ainda que o solo tenha boa infiltração por ter alto teor de areia, a pequena profundidade em que o lençol freático encontra-se limita a capacidade de absorção dos excedentes do escoamento pluvial.

A drenagem nesta área se dá pelo escoamento da água direto pelas superfícies das ruas e passeios, podendo, nos locais onde a rede pluvial existe, ingressar em tubulações enterradas por meio de bocas-de-lobo. Esta região apresenta trechos curtos de tubulações e pequenas áreas de contribuição, o que a princípio sugeriria poucos problemas e soluções triviais para a drenagem pluvial, no entanto pela característica plana do relevo as declividades são menores que 0,5% o que reduz significativamente a eficiência hidráulica da rede pluvial.

Quanto à cobertura da rede pluvial pode-se observar na Figura 5.2 que esta não é total, existindo diversas ruas desprovidas de tubulações e/ou galerias que podem ser abertas (Figura 5.3) ou fechadas (Figura 5.4).

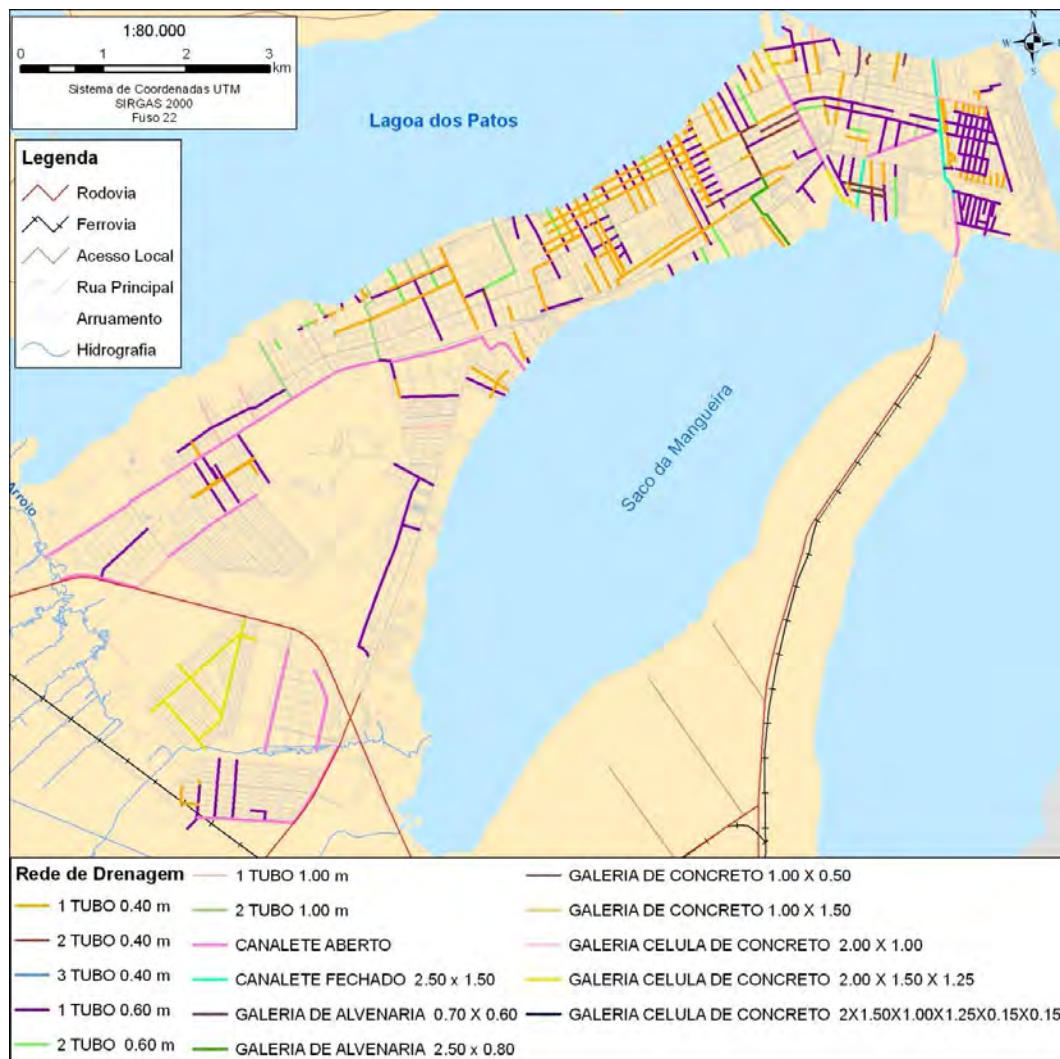


Figura 5.2: Cobertura da rede de drenagem pluvial no 1º Subdistrito – Cidade do Rio Grande



Figura 5.3: Galeria aberta na Av. Major Carlos Pinto (Canalete projetado por Saturnino de Brito)



Figura 5.4: Galeria fechada sob a Rua Acácia Riograndense

As galerias no 1º subdistrito têm alturas que varia m entre 0,60 m e 1,50 m, porém suas seções ficam parcialmente ocupadas devido ao nível do lençol freático ser em geral superior ao nível do fundo das galerias.

A falta de eficiência hidráulica das galerias é compensada parcialmente por estações de bombeamento ao final destas galerias, que ao bombearem causam um aumento da declividade da linha d'água. Ainda, as estações de bombeamento são fundamentais nos períodos de maré alta e/ou elevação do nível d'água causada pelo vento (*fetch*).

Atualmente existem 3 estações de bombeamento auxiliando na drenagem pluvial do 1º subdistrito: na Rua Acácia Riograndense (Figura 5.5), na Av. Ipiranga (Figura 5.6) e Rua Senador Salgado Filho (Figura 5.7). E em processo de implementação na Rua Barroso (Figura 5.8) e Av. Major Carlos Pinto.





Figura 5.5: Estação de bombeamento na Rua Acácia Rio-grandense



Figura 5.6: Estação de bombeamento na Av. Ipiranga



Figura 5.7: Estação de bombeamento na Rua Senador Salgado Filho

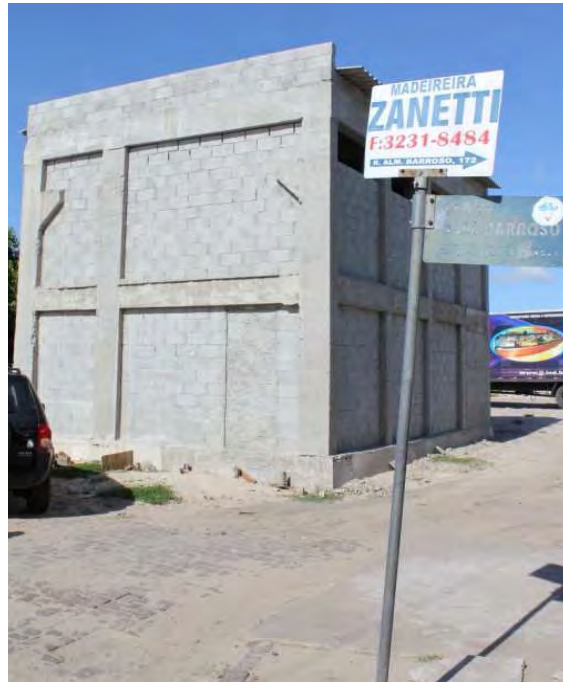


Figura 5.8: Estação de bombeamento em processo de implementação na Rua Barroso

Quanto aos problemas de alagamentos urbanos no 1º subdistrito estes são generalizados por praticamente toda a área urbana, já que a baixa declividade do relevo acarreta baixas velocidades de escoamento e os acúmulos de água são recorrentes mesmo com precipitações de baixa intensidade. Apesar da grande abrangência dos alagamentos urbanos estes são transitórios, causando transtornos de restrição de tráfego de veículos e pedestres que vão de poucos minutos a algumas horas nos locais mais baixos. De modo geral os alagamentos urbanos não apresentam risco eminente quanto a afogamentos e grande destruição de bens como veículos e edificações (Figura 5.9).



Figura 5.9: Alagamento urbano na Av. Major Carlos Pinto com a Rua Buarque de Macedo

As inundações ribeirinhas no 1º subdistrito são causadas pela elevação das águas no Saco da Mangueira e/ou no estuário da Lagoa dos Patos (Braço Norte), que podem ser causadas pela elevação da maré, aumento da vazão afluyente da Lagoa dos Patos e a ocorrência de ventos. As zonas diretamente atingidas são as populações que habitam a orla, que são áreas naturalmente baixas e as ocupações aí estabelecidas estão vulneráveis à elevação das águas (Figura 5.10). As áreas interiores da península são afetadas indiretamente pela elevação das águas ao seu redor, pois quando esta não possui drenagem por bombeamento e as tubulações que lançam os escoamentos pluviais o fazem





exclusivamente por gravidade acabam por sofrer remanso reduzindo ainda mais a sua capacidade de escoamento.



Figura 5.10: Ocupação vulnerável a inundações ribeirinhas

Ainda, com a expansão da área urbana em direção a sudoeste, que é observada atualmente, os problemas com alagamento tendem, em princípio, a agravarem-se, já que nesta região a península passa a conectar-se com as áreas mais continentais, aumentando os percursos de condução das águas pluviais até seu deságue final.

Entre o 1º e o 2º subdistritos estão as áreas de captação para os dois arroios mais importantes desta região, o arroio Martins e o arroio Vieira. Estas áreas de captação são formadas pelo deságue do banhado existente na área dos cordões pleistocênicos adjacentes. Os cordões pleistocênicos são formações arenosas com orientação paralela à linha de costa atual, formando uma sequência alternada de cavas e cristas, com uma amplitude média de 1 metro entre elas e uma distancia de 30 a 40 metros entre os cordões sucessivos.

O arroio Vieira tem a maior parte do seu curso passando em meio à urbanização, onde contorna os lados oeste e nordeste do Parque Residencial São Pedro e adjacências dos bairros Parque Marinha e Jardim do Sol, desaguando no Saco da Mangueira. O arroio Martins, ao contrário do arroio Vieira, tem a maior parte de seu curso passando por áreas nativas, e apresentando urbanização apenas em sua desembocadura no Saco do Martins, composta por um pequeno número de propriedades rurais e um depósito de areia comercial.

Estes arroios apresentam cursos acentuadamente meândricos, muito reduzidos em volume de água durante o verão. Os meandros evoluem muito rapidamente durante as chuvas de inverno, num processo um tanto irregular de evolução meândrica. Estas características podem ser observadas apenas nas porções iniciais do arroio Vieira, já que sua porção final foi canalizada na construção dos bairros, perdendo suas características naturais.

Quando considerado o padrão pluviométrico do município do Rio Grande, com altas médias de chuva na estação de inverno e a incidência de eventos extremos, e, somado à presença do lençol freático a baixa profundidade, faz-se oportuno um planejamento eficaz e eficiente para estas áreas inundáveis previstas na expansão urbana.

O processo de urbanização pode acarretar em um impedimento ou diminuição do escoamento das águas do banhado pela fixação de suas margens, o que ocasiona uma permanência maior das águas no seu interior e, conseqüentemente, em uma expansão de suas áreas inundadas. Este fato ocasiona o comprometimento de áreas já urbanizadas e/ou com previsão de urbanização ao longo da rodovia RS 734, a qual forma uma barreira física para as águas.





- **2º Subdistrito: Balneário Cassino**

O subdistrito Balneário Cassino localiza-se em uma faixa costeira de mar aberto, em uma região de deposição de cordões arenosos com um ambiente plano alagadiço sem direções de fluxo bem definidas e, ainda, confinado superficialmente por dunas. Nesta região o deságue ao oceano é realizado por sangradouros por entre dunas. Na porção noroeste da sua zona urbana o escoamento é em direção ao arroio Bolaxa que por sua vez drena para a Lagoa Verde e que por fim se conecta com o Saco da Mangueira.

O arroio Bolaxa por ter pouca capacidade de escoamento (baixa declividade e assoreamento) causa problemas de inundação, mas com pequena magnitude, visto que a urbanização próxima a ele ainda é muito incipiente, havendo poucas edificações que não resguardam distância seguras de suas margens. A demarcação da área de preservação ambiental do parque da Lagoa Verde corrobora com a não ocupação de áreas com risco de inundação.

Quanto a cobertura de rede de drenagem pluvial, esta é bastante deficitária, contando com apenas uma galeria e algumas avenidas transversais com tubulações (Figura 5.11), sendo assim que em grande parte do Balneário Cassino a água fica acumulada nas sarjetas onde é infiltrada lentamente no solo ou evaporada ao longo dos dias após os eventos pluviosos.

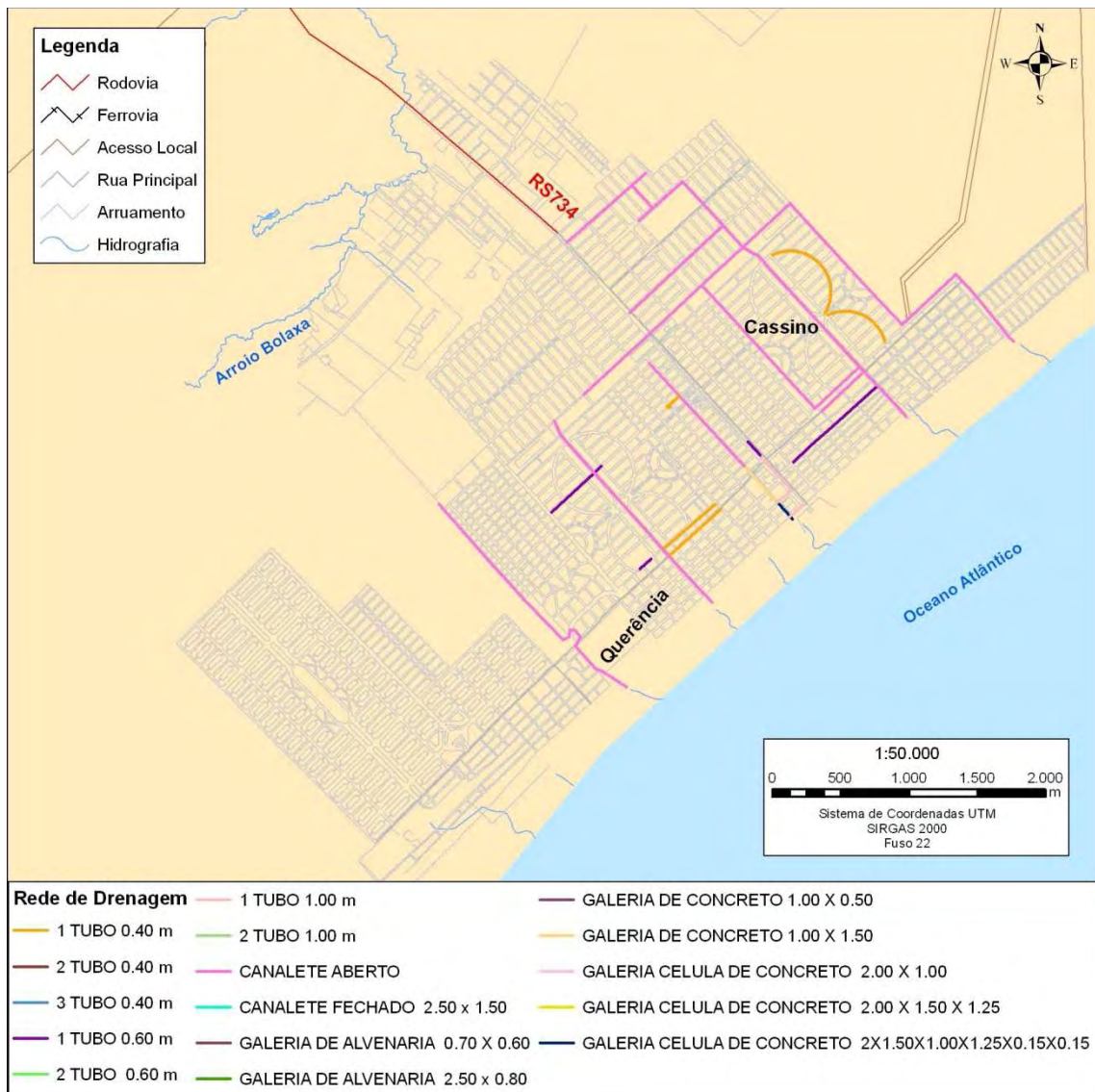


Figura 5.11: Cobertura da rede de drenagem pluvial do 2º Subdistrito – Balneário Cassino



A prática corrente a fim de evitar os problemas de alagamento no 2º subdistrito é a elevação do terreno por meio de aterro, o que minimiza os problemas em nível privado apenas, agravando os transtornos nas vias públicas.

A região não possui auxílio de bombeamento para escoamento dos excedentes gerados pela precipitação, assim o sistema tem redução da sua capacidade de escoamento nos períodos de maré alta.

Outro fator que limita a extensão da cobertura da rede de drenagem é o fato de que ainda existem muitas ruas não pavimentadas, o que causaria o rápido entupimento das tubulações devido ao carreamento de sedimentos para o interior destes.

- **Sobreposição dos Sistemas de Esgotamento Sanitário e Drenagem Urbana**

O município do Rio Grande conta com apenas 25% da população atendida pelo sistema de esgotamento sanitário, cujas áreas contempladas com sistema coletor de esgotos podem ser observadas na Figura 5.12, bem como a rede de drenagem pluvial.



Figura 5.12: Sobreposição dos Sistemas de Esgotamento Sanitário e Drenagem Urbana



Observa-se através da figura anterior que grande parte do município está desprovido de sistema de esgotamento sanitário, desta forma são adotadas outras soluções para o afastamento dos esgotos domésticos como o usos de fossas sépticas, fossas rudimentares e o lançamento em cursos d'água.

Através deste cenário infere-se ainda que ocorra o lançamento de esgotos domésticos na rede de drenagem pluvial, tanto de esgoto *in natura*, como do efluente final das fossas, uma vez que a maior parte do município não possui sistema de esgotamento sanitário e a rede de drenagem acaba se tornando uma via fácil para o afastamento dos esgotos domésticos. Esta prática pode acarretar grandes prejuízos à saúde da população com a proliferação de doenças vinculadas a falta de saneamento básico, além de prejudicar o funcionamento da rede de drenagem e ocasionar mau cheiro nas valas e bueiros. Outra possível consequência é o retorno dos esgotos domésticos para as ruas e sarjetas quando ocorre o extravasamento da rede de drenagem quando da ocorrência de chuvas intensas.

## 5.2 Ilha dos Marinheiros – 2º Distrito

O Segundo Distrito denomina-se Ilha dos Marinheiros e tem como sede a Vila do Porto do Rei. Abrange além da Ilha dos Marinheiros, a ilha dos Cavalos, das Pombas, das Cabras, da Pólvora, da Constância, do Leonídio, e do Caldeirão (Figura 5.13).

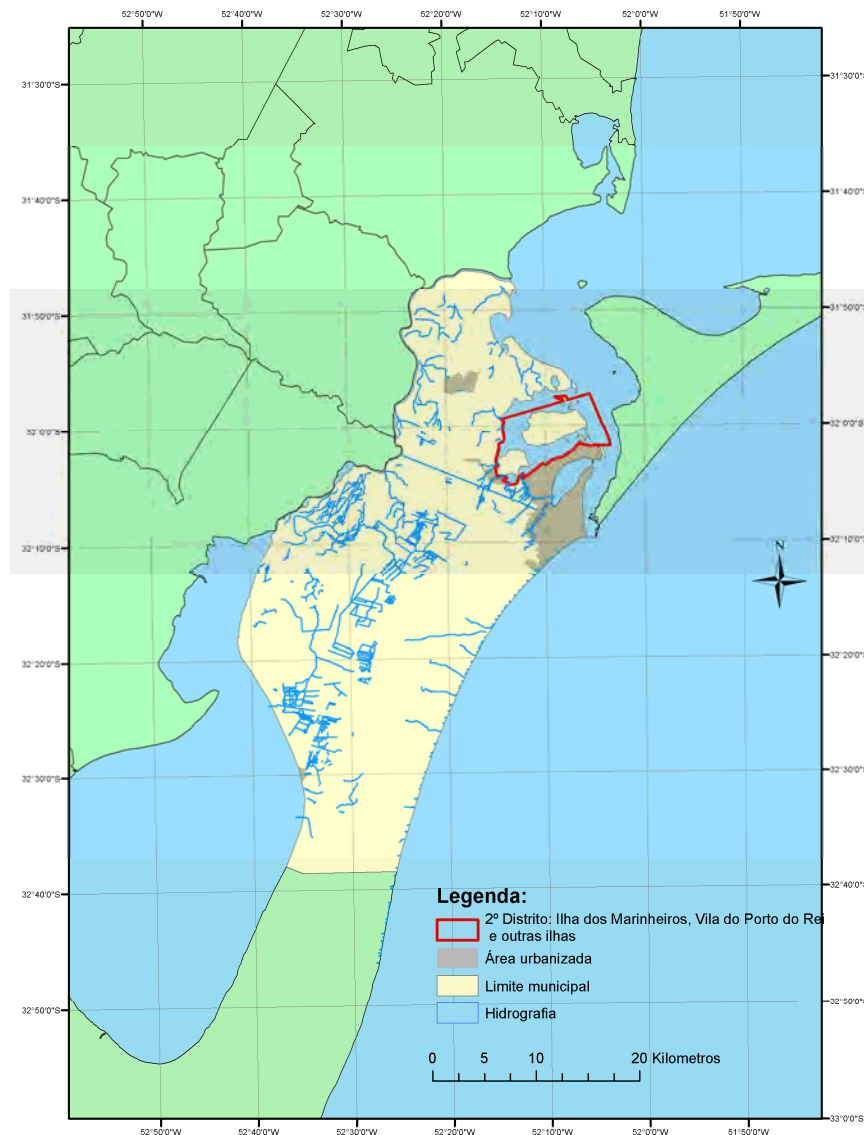


Figura 5.13: Localização do 2º Distrito – Ilha dos Marinheiros





O 2º Distrito é composto por 8 ilhas, sendo as únicas povoadas, e por ordem crescente de área, a Ilha do Leonídio e a dos Marinheiros. Ambas as ilhas não são denominadas como áreas urbanas do município do Rio Grande, sendo a Vila Porto do Rei a sede do distrito.

A ocupação neste distrito não resulta em nenhum aglomerado significativo, e ainda limitando-se a uma faixa perimetral entre 200 m e 1.000 m sendo a sua zona central dominada por dunas de areia com raras ocupações e uso humano. Nesta faixa os lotes são radiais permitindo acesso direto às águas da Lagoa dos Patos.

Nestas ilhas apenas os problemas de inundações ribeirinhas são observados, sendo que em sua maioria os danos se dão pela inundação de áreas de cultivo agrícola, sendo os alagamentos causados pela impermeabilização de parcela do solo inexistente nesta região.

### 5.3 Povo Novo – 3º Distrito

O Terceiro Distrito denomina-se Povo Novo e tem como sede a Vila do Povo Novo. Abrange também as ilhas da Torotama, dos Carneiros, dos Mosquitos e do Martin Coelho (Figura 5.14).

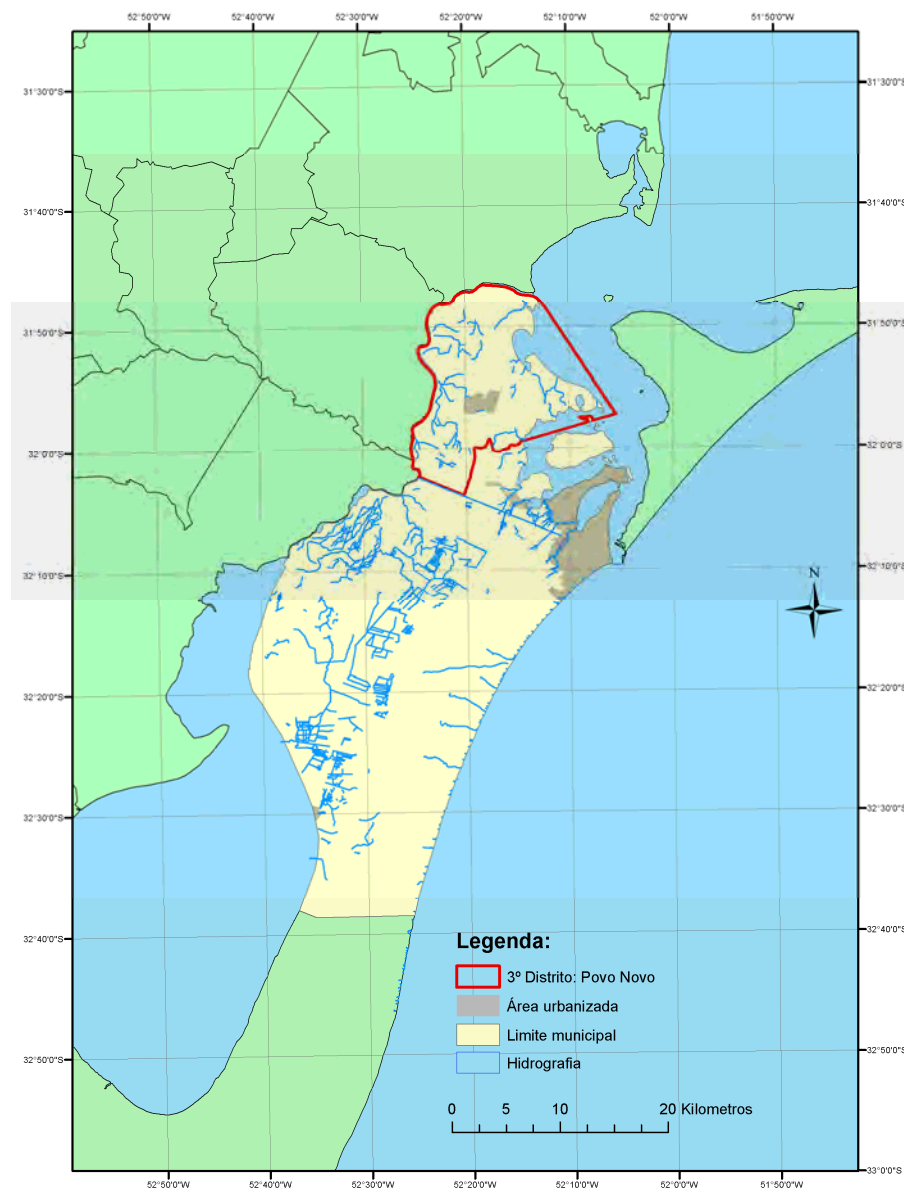


Figura 5.14: Localização do 3º Distrito – Povo Novo

A Vila do Povo Novo apresenta ocupações esparsas com alguns aglomerados mais densos, no entanto ainda com o predomínio de residências baixas com áreas de pátio. Ainda, neste



distrito existe uma ocupação na Ilha da Torotama que tem uma faixa com cerca de 3 km de extensão também com baixa densidade.

A área urbana do Povo Novo é atravessada pela BR 392 que se desenvolve sobre a extensa várzea do canal São Gonçalo. O traçado da BR 392 promove a perda e segmentação destes ambientes, ocasionando alterações na dinâmica hidrológica e nos deslocamentos de fauna. Esta situação também é verificada na transposição das terras baixas dos banhados da Mulata, Vinte-e-Cinco, e arroio Bolaxa, no terço final do trecho.

Não existem relatos de problemas graves quanto a alagamentos nestes locais, apenas a ocupação na Ilha da Torotama está sujeita a inundações ribeirinhas causadas pela elevação das águas da Lagoa dos Patos.

Ao sul da Vila Povo Novo existe um curso d'água de pequena dimensão (arroio Rincão das Éguas) que por estar em região muito plana pode atingir em períodos chuvosos mais intensos algumas poucas moradias que em suas margens se estabeleceram.

### 5.4 Taim – 4º Distrito

O Quarto Distrito denomina-se Taim e tem como sede a Vila do Taim. Abrange ainda as ilhas Grande e Pequena. Abriga a Estação Ecológica do Taim.

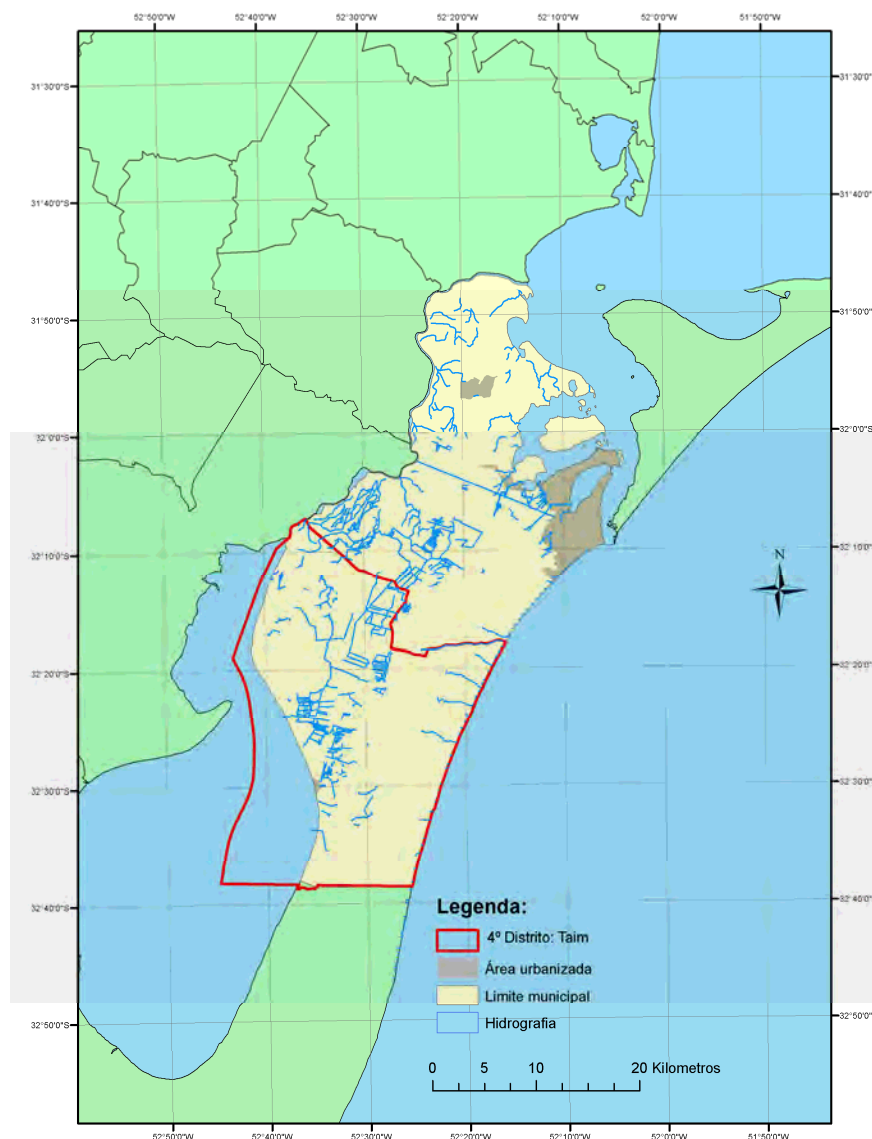


Figura 5.15: Localização do 4º Distrito – Taim



O 4º Distrito é o menos habitado, contando apenas com o aglomerado residencial da Vila do Taim e da Praia da Capilha, com casas bastante dispersas não havendo problemas de alagamento causado pela modificação do uso do solo.

Mesmo estando às margens da Lagoa Mirim, a Vila do Taim encontra-se a uma altura de cerca de 10 m acima do nível médio d'água, inexistindo, assim, problemas de inundação pela elevação do nível da lagoa.

## 5.5 Vila da Quinta - 5º Distrito

O Quinto Distrito denomina-se Quinta e tem como sede a Vila da Quinta (Figura 5.16).

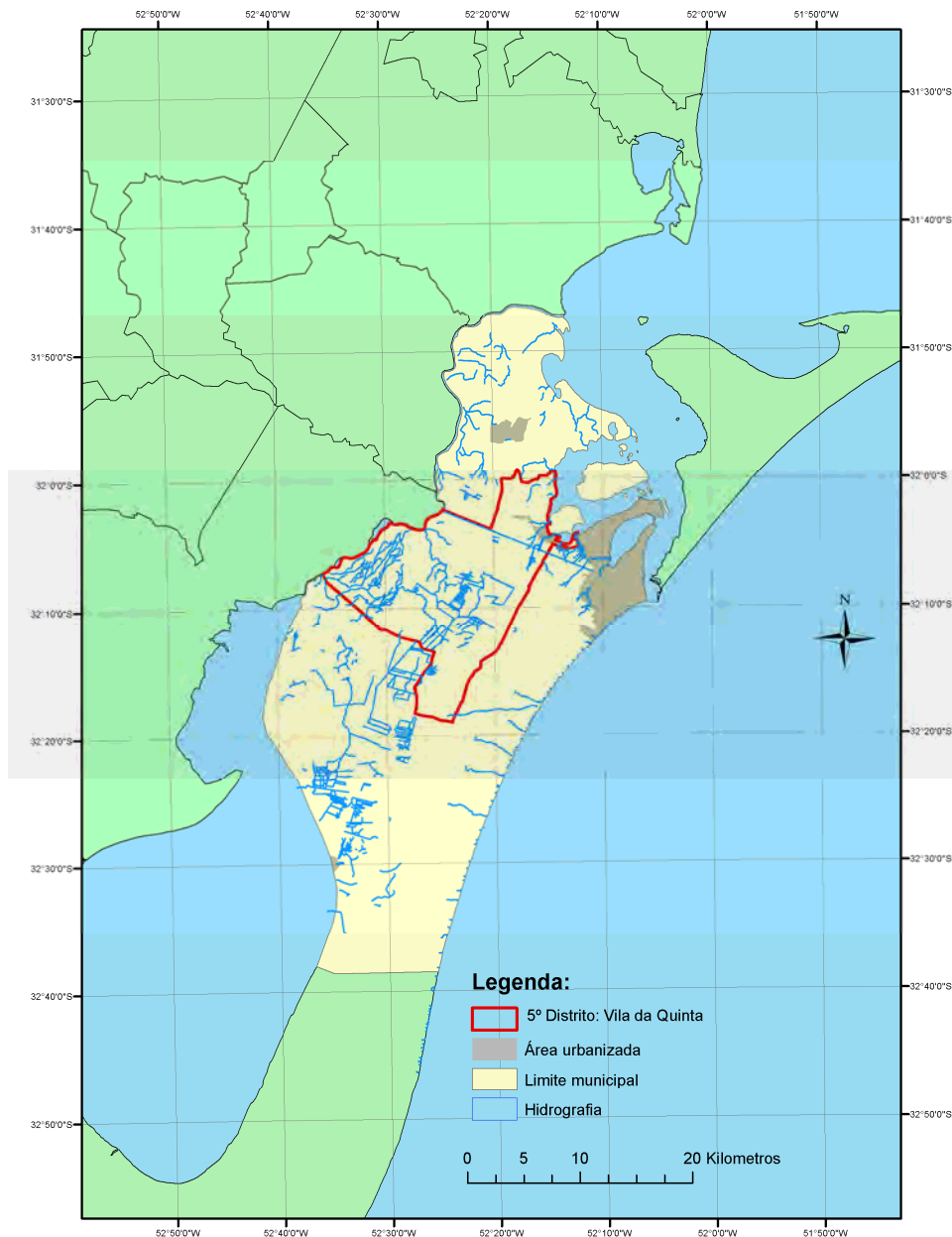


Figura 5.16: Localização do 5º Distrito – Quinta

O 5º Distrito é o segundo mais habitado, após apenas da sede municipal do Rio Grande. Apresenta aglomerados urbanos com potencialidade de causar, devido à impermeabilização do solo, alagamentos. No entanto, o problema mais grave é a ocupação de áreas junto às margens do arroio das Cabeças.

O arroio das Cabeças tem sua área de captação, assim como os arroios Martins e Vieira, na região de cordões arenosos, que forma uma calha preferencial de fluxo a montante do canal





de adução de abastecimento de água da cidade do Rio Grande, e que após cruzar a BR 392 (Figura 5.17) tem às suas margens ocupações que são atingidas por suas cheias.

Além da ocupação da área natural de inundação, outro fator agravante é o estrangulamento que possivelmente é realizado à jusante da área de risco de inundação quando o arroio Cabeças passa por sob a estrada de ferro. Esta passagem originalmente contava apenas com a seção retangular da Figura 5.18, e atualmente no intuito de aumentar a capacidade foi construído um bueiro com 3 tubos (Figura 5.19). Ainda, conforme técnicos da prefeitura do Rio Grande, o projeto original deste bueiro contemplava uma seção retangular sem septo, com dimensões equivalentes à já existente.



Figura 5.17: Galeria de passagem do arroio das Cabeças sob a BR 392

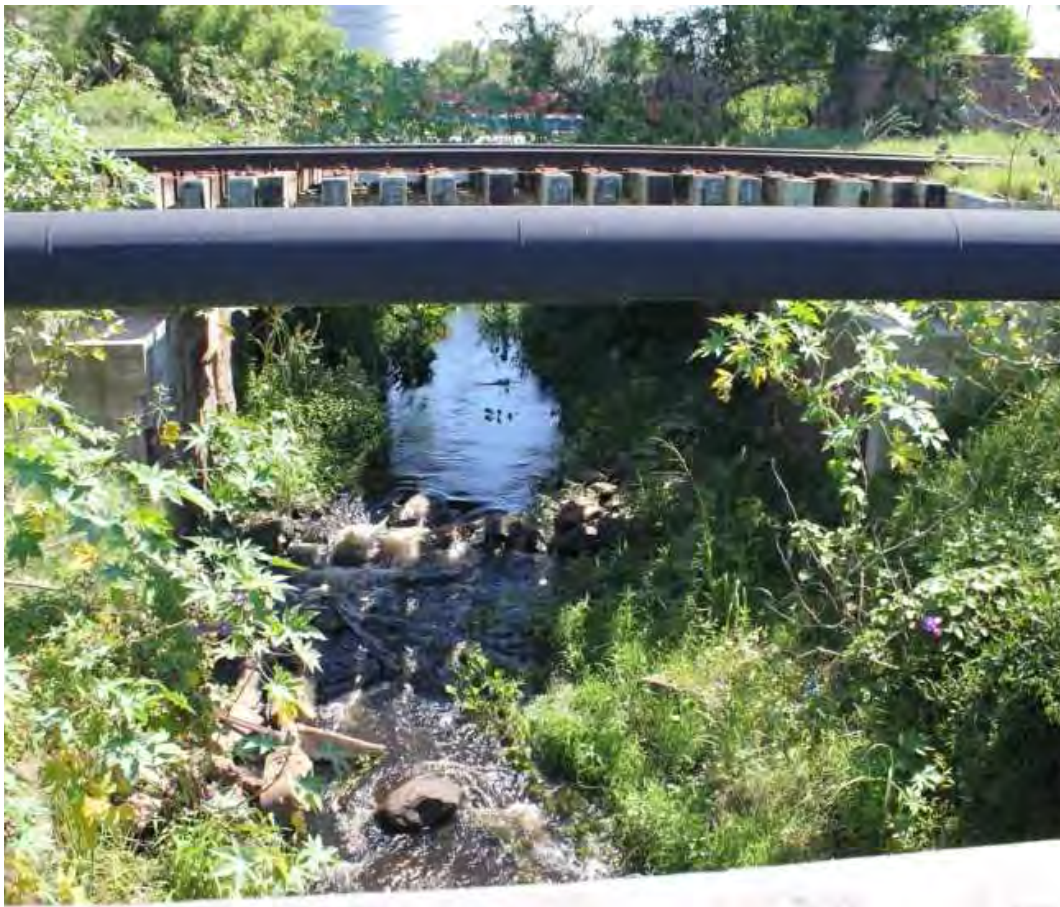


Figura 5.18: Seção retangular de passagem do arroio das Cabeças sob a estrada de ferro





Figura 5.19: Bueiro junto à passagem do arroio das Cabeças sob a estrada de ferro

Perseverando os problemas de inundação na Vila da Quinta, uma solução paliativa adotada pela Prefeitura do Rio Grande, foi a de controlar a vazão do arroio das Cabeças junto a sua seção de passagem sob o canal de adução de água. Este controle é realizado de modo empírico, com uma comporta de madeira que realiza uma redução significativa da área de escoamento da seção (Figura 5.20).

As regras de operação desta comporta são determinadas a cada evento, onde pela observação do nível do arroio das Cabeças na região em que este cruza a Vila da Quinta a comporta é fechada, fazendo com que a água fique acumulada a montante da seção no canal de adução, passando a inundar áreas particulares de cultivo e pastagem a montante deste ponto.

Quanto à comporta, esta foi construída sem maiores preocupações com a sua facilidade de uso e tempo de vida, já que o material utilizado foi madeira e a sua operação tem de ser realizada com auxílio de uma máquina com braço hidráulico (retro-escavadeira).



Figura 5.20: Comporta de controle de vazão do arroio das Cabeças na seção sob canal de adução

Durante a audiência na Vila da Quinta, a população se manifestou com relação ao aumento dos alagamentos devido à duplicação da BR 392. De acordo com o estudo, foi evidenciado que a região é atingida pelos seguintes fatores: a construção da comporta de madeira para reduzir a vazão no bueiro sob o canal de adução da Corsan, a ampliação do bueiro sob a estrada de ferro que foi com seção diferente e com menos capacidade que o indicado pelo projeto na época e a ocupação de área adjacente ao arroio Cabeças. Ao contrário das manifestações na audiência, não existe evidência de aumento das inundações devido à duplicação da BR, já que a seção anterior foi mantida e a seção sob a nova pista tem, em princípio, a mesma capacidade de escoamento.





## 6 DESCRIÇÃO DA GESTÃO DOS SISTEMAS



## 6 DESCRIÇÃO DA GESTÃO DOS SISTEMAS

O processo de coleta de informações junto à SMOV se deu por intermédio de questionário enviado ao respectivo órgão, exposto nos anexos, bem como reuniões com sua equipe.

Em relação ao Sistema de Gestão dos Sistemas, foram repassadas as seguintes informações, através do parecer do dia 08 de novembro de 2012:

### **1-Como é atualmente o sistema de manejo de águas pluviais?**

Existem projetos em andamento de drenagem de águas pluviais no município.

### **2-Natureza jurídica da entidade responsável pela gestão do manejo de águas pluviais.**

Secretaria de Município de Infraestrutura e Unidade de Gerenciamento de Projetos - UGP.

### **3-Os investimentos realizados são oriundos de qual fonte (recursos municipais, estaduais, federais...)?**

Os investimentos são oriundos tanto de recursos próprios, como de financiamentos (que são recursos do Governo Federal), através do PAC (Programa de Aceleração do Crescimento), e também de financiamento proveniente do Banco Mundial (BIRD).

### **4- Quais foram os investimentos realizados nos últimos 5 anos?**

Investimentos de recursos próprios dos últimos 05 anos foram definidos em reuniões com a comunidade que elaborou o PPA e conseqüentemente o LDO; e também faz parte dos últimos 05 anos os investimentos referentes aos PACs e Banco Mundial.

### **5-Existe um acompanhamento mensal/anual das ações (investimentos e despesas) relativos ao sistema de drenagem no município?**

Existe acompanhamento anual.

### **6-Quais foram as despesas realizadas nos últimos 05 anos?**

As despesas correspondem, nos últimos 05 anos, à aproximadamente:

- \* PAC I – R\$ 10.939.000,00
- \* PAC II – R\$ 1.942.000,00
- \* PAC (BDV – Expansão Portuária) – R\$ 2.565.000,00
- \* Banco Mundial – R\$ 3.608.000,00
- \* Recurso Próprio – R\$ 800.000,00
- \* Somando-se todos valores, temos um total de R\$ 19.853.000,00.

### **7-Existe alguma forma de cobrança pelos serviços regulares de drenagem?**

Não.



- **Diagnóstico Social da Drenagem Urbana e Manejo das Águas da Chuva**

Durante a primeira etapa do Plano Municipal de Saneamento do Município do Rio Grande ocorreu o planejamento dos serviços e da mobilização social através de alguns encontros realizados pela empresa juntamente com a comunidade, com o intuito de informar e envolver os moradores do município na elaboração do Plano.

O cronograma de encontros cumprido até este momento segue, conforme o Quadro 6.1.

Conforme o cronograma foram realizados os 9 primeiros encontros e as 8 primeiras audiências. Da Figura 6.1 a Figura 6.5 pode ser observada a participação nos encontros 01 e 08 e nas audiências 02, 06 e 07.



Figura 6.1: Encontro 01 – Colégio Viriato Corrêa - Bairro Getúlio Vargas



Figura 6.2: Encontro 08 – Escola Cristovão Pereira de Abreu – Ilha da Torotama



Figura 6.3: Audiência 02 – Ginásio da Barra - Barra



Figura 6.4: Audiência 06 – Salão Paroquial São João Batista- Bairro São João



Figura 6.5: Audiência 07 – Cancha de Bocha dos Lessa - Taim





Quadro 6.1: Cronograma de atividades referentes ao planejamento dos serviços e da primeira etapa da mobilização social

ATIVIDADES	2012								2013							
	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out
Emissão do Plano	7															
Elaboração do material de divulgação, consolidação dos atores sociais, planejamento dos encontros e audiências																
<b>Encontros Preparatórios/Audiências Públicas</b>																
<b>Primeira Rodada</b>																
Encontro 01					21											
Encontro 02					22											
Encontro 03					26											
Encontro 04					30											
<b>Audiência 01</b>						10										
<b>Audiência 02</b>						11										
<b>Audiência 03</b>						12										
<b>Segunda Rodada</b>																
Encontro 05									4							
Encontro 06									5							
Encontro 07									6							
Encontro 08									7							
Encontro 09									8							
<b>Audiência 04</b>									20							
<b>Audiência 05</b>									21							
<b>Audiência 06</b>									22							
<b>Audiência 07</b>									23							
<b>Audiência Extra</b>									27							
<b>Terceira Rodada</b>																
Encontro 10												6				
Encontro 11												4				
Encontro 12												5				
Encontro 13												3				
Encontro 14												8				
<b>Audiência 08</b>													17			
<b>Audiência 09</b>													18			
<b>Audiência 10</b>													19			
<b>Audiência 11</b>													20			
<b>Pré-Conferência Municipal de Saneamento - dirigida a instituições, conselhos, comitês</b>															26	
<b>Consulta Pública</b>																5 a 25
<b>Conferência Municipal de Saneamento</b>																31



Os encontros realizados e os bairros convidados a participarem, estão relacionados abaixo:

- Encontro 01 - Getúlio Vargas, Santa Tereza, Vila Militar e Mangueira;
- Encontro 02 - Vila Ipiranga, Salgado Filho, Lar Gaúcho, Navegantes, Vila Santinha, Dom Bosquinho;
- Encontro 03 - 4ª Secção da Barra e Barra Nova;
- Encontro 04 - Vila da Quinta, Quintinha e Vila Nova;
- Encontro 05 - Cidade Nova, Henrique Pancada, Vila Municipal, Cohab I e II, Vila Militar, Vila Ipiranga, Salgado Filho, Navegantes, Vila Santinha, Dom Bosquinho, Hidráulica, Buchholz, Matadouro, Parque, Centro, Miguel de Castro Moreira, Vila São Paulo, Vila Dias, Vila Portinho e Lagoa;
- Encontro 06 - Castelo Branco I e II, Cohab IV, Cidade de Águeda, Santa Rosa, São João, Profilurb I e II, São Miguel, Vila Braz, Bosque, Jockey Clube, Rural, América, Junção, Vila Eulina, Vila Santana, Vila Nossa Senhora de Fátima e Vila Maria dos Anjos;
- Encontro 07 - Povo Novo e as localidades de Arraial, Domingos Petrolini, Barra Falsa, Capão Seco, Barro Vermelho, Pesqueiro e Banhado Silveira;
- Encontro 08 - Ilha da Torotama;
- Encontro 09 - Taim e arredores.

As audiências realizadas até a emissão deste relatório, bem como os bairros presentes constam no Quadro 6.2.

Quadro 6.2: Cronograma das audiências públicas

Audiência	Data	Bairros Presentes	Número de Participantes
01	10/12/2012	Getúlio Vargas, Santa Tereza, Mangueira e Lar Gaúcho	24
02	11/12/2012	Barra	48
03	12/12/2012	Vila Nova, Quintinha, Vila da Quinta e Loteamento Engenho Novo	23
04	20/03/2013	Capão Seco, Povo Novo, Barro Vermelho, Pesqueiro, Arraial, Barra Falsa, Banhado Silveira, Ilha da Torotama	64
05	21/03/2013	Hidráulica, Cohab I, Cohab II, Miguel de Castro Moreira, São Miguel, Parque Universitário, Salgado Filho, Cidade Nova, Municipal, Cassino, São João e Dom Bosquinho	22
06	22/03/2013	Castelo Branco I, Castelo Branco II, Junção, São João, Recreio, São Miguel, Bosque, Vila Braz, Cohab IV, e Santa Rosa	53
07	23/03/2013	Capilha, Ponte Federal, Vila do Taim, Granja 68, Granja 55, Granja 63 e Serraria	26
Extra	27/03/2013	Ilha da Torotama, Banhado Silveira, Parque Marinha e Centro	21

As audiências já realizadas contaram com a participação de 281 pessoas, residentes em 45 diferentes bairros do município do Rio Grande.

As próximas audiências públicas serão realizadas no mês de julho, sendo que as contribuições que surgirem nestas audiências também serão avaliadas e, se pertinentes, incorporadas ao PMSB no decorrer do trabalho.



A partir destes primeiros trabalhos, foram coletados alguns dados referentes à visão da população com relação à Drenagem Urbana e Manejo das Águas da Chuva município do Rio Grande.

Com relação à Drenagem Urbana e Manejo das Águas da Chuva foram levantados os possíveis problemas relacionados, tais como:

- Alagamentos;
- Ausência de sistema de drenagem e
- Falta de limpeza das valas.

Considerando-se que a população é o melhor termômetro relativo à efetividade e qualidade dos serviços oferecidos, este levantamento representa diversos pontos importantes que devem ser observados pelos responsáveis.

Durante as Audiências Públicas do PMSB do Rio Grande foi realizada uma dinâmica de grupo com os participantes das audiências, denominada Matriz de Avaliação Setorial. Nesta dinâmica, os participantes foram agrupados, preferencialmente por bairros, e convidados a apontarem alguns problemas relacionados ao Saneamento Básico em seus bairros (Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário, Resíduos Sólidos e Drenagem Urbana), e também a sugerirem soluções para os problemas apontados. Os grupos contaram com a ajuda de membros da equipe da consultora e da SMMA para tirar dúvidas e conduzir à dinâmica.

Os resultados das audiências já realizadas para a elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico estão descritos nos itens a seguir. Os resultados das demais audiências serão anexados ao relatório, se pertinentes, até o final da elaboração deste Plano.

Os resultados da dinâmica realizada buscando coletar informações locais e identificar a percepção da população sobre o setor de abastecimento público, com vistas a complementar os estudos técnicos de diagnóstico estão apresentados em prosseguimento.

O Quadro 6.3 apresenta a compilação dos resultados da Matriz de Avaliação para a Drenagem Urbana construída até o momento.







A partir da Matriz pode-se observar que 93% dos bairros analisados reclamam de alagamentos, 83% da ausência de um sistema de drenagem, 78% do lançamento de esgotos em valas e 76% do longo acúmulo de água nas ruas após as chuvas. Estes apontamentos devem ser levados em conta pela responsável pelo sistema no sentido de melhorar a qualidade dos serviços prestados.

Além da Matriz, os participantes também fizeram observações e sugestões, as quais estão listadas abaixo. Elas foram divididas em observações e sugestões gerais, aquelas que surgiram diversas vezes durante as audiências, e específicas de cada bairro. Estas sugestões e observações estão sendo analisadas tecnicamente e incorporadas ao diagnóstico.

#### Observações e Sugestões Gerais:

- Ampliação dos investimentos no sistema de drenagem urbana;
- Calçamento das ruas aliado a implantação de estruturas de drenagem urbana;
- Limpeza das valas, tanto para a remoção da vegetação quanto para a retirada dos resíduos e lançamentos de esgoto.

Quadro 6.4: Observações específicas divididas por bairro

Bairro	Observações
Vila Nova	Alagamentos próximo a BR 392 nas ruas 14, 19 e 35; Inundações próximo ao Arroio das Cabeças; Aumento dos problemas de drenagem com a duplicação da BR 392
Castelo Branco	Longo acúmulo de água nas ruas
Nova Quinta	Alagamentos na rua principal; Aumento dos problemas de drenagem com a duplicação da BR 392
Miguel de Castro Moreira	Grande acúmulo de água na rua Bento Gonçalves; Alagamentos na rua Paraná, entre a rua Pelota e Duprá, dificultam muito o acesso ao posto de saúde
São Miguel	Alagamentos dificultam muito os deslocamentos no bairro
São João	Alagamentos dificultam muito os deslocamentos no bairro
Vila Braz:	Rede de drenagem cheia de esgoto
Recreio	Alagamentos dificultam muito os deslocamentos no bairro
Getúlio Vargas	Alagamentos na rua 6, entre a rua 5 e a rua 9.
Barra	Inundações e alagamentos muito frequentes Só existe estruturas de drenagem na rua principal, rua 15 e rua 19
Cohab II	Problemas de nivelamento das calçadas e da rua dificultam o escoamento da água da chuva
Povo Novo	Alagamento nas ruas Marino Calçada Mendonça e na Miguel Sena; Aumento dos problemas de drenagem com a duplicação da BR392; Lançamento de esgotos nas valas quando ocorre entupimento das fossas
Barra Falsa	As chuvas causam muitos problemas nas estradas de acesso



Bairro	Observações
Ilha da Torotama	Construção de um dique para a proteção da Ilha contra enchentes As chuvas causam muitos problemas nas estradas de acesso Lançamento de esgotos nas valas quando ocorre entupimento das fossas
Granjas (55, 63, 68)	Necessidade de melhorias construtivas no canal de escoamento da água da chuva, pois existe entupimento que causa o extravasamento da água do canal.

Frente aos problemas apresentados, fica evidenciada pela população, a necessidade de melhoria tanto na expansão, operação e manutenção dos sistemas de drenagem quanto na geração de indicadores que forneçam sempre esta resposta da sociedade com relação aos serviços que estão sendo prestados.

Ao final das audiências foi solicitada a avaliação, por parte dos presentes, com relação aos serviços de drenagem urbana, definindo-se como bom, regular ou ruim. Os resultados constam conforme o Quadro 6.5.

Quadro 6.5: Avaliação da qualidade do serviço de drenagem urbana.

Audiência	Avaliação Geral		
	Ruim	Regular	Bom
Audiência 04	30	1	1
Audiência 05	14	5	1
Audiência 06	38	4	
Audiência 07	5	4	10
Audiência Extra	7	5	1
<b>Soma</b>	<b>94</b>	<b>19</b>	<b>13</b>
<b>Porcentagem</b>	<b>75%</b>	<b>15%</b>	<b>10%</b>

Segundo a avaliação da população, 75% dos participantes consideram o serviço de drenagem urbana ruim, 15% consideram regular e 10% consideram bom. Considera-se um resultado negativo, e entende-se a importância na geração de indicadores que levem em conta a opinião dos usuários.





## 7 BIBLIOGRAFIA



## 7 BIBLIOGRAFIA

BECK DE SOUZA, RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL – RIMA. Projeto de Duplicação da BR 116/392 ao longo do trecho entre Pelotas e Rio Grande. Disponível em: <http://www.dnit.gov.br/meio-ambiente/acoes-e-atividades/estudos-ambientais/br-116-392.pdf>

CASTELÃO, Renato Menezes; MÖLLER JR, Osmar Olinto. Sobre a Circulação Tridimensional Forçada por Ventos na Laguna dos Patos. Atlântica, Rio Grande, v.2, n.25, p. 91-106, 2003.

CASTRO, Antônio Luiz Coimbra. Glossário de Defesa Civil: Estudo de Riscos e Medicina de Desastres. Brasília: MPO/ Departamento de Defesa Civil. 1998.

COSTA, César Serra Bonifácio; MARANGONI, Juliano César. As comunidades das marismas. In: SEELIGER, Ulrich; ODEBRECHT, Clarisse (Eds). O Estuário da Laguna dos Patos: Um Século de Transformações. Rio Grande: Editora da FURG, 2010. Cap. 11, p.125-133.

DUMITH, Raquel de Carvalho. Modificações Geomorfológicas no Suporte Geoecológico do Perímetro Urbano do Município do Rio Grande (RS) como Conseqüência do Avanço de Depósitos Tecnogênicos - 1737 a 2009. 2009.

FERREIRA J e ROBAINA, L.E. EXPANSÃO URBANA E O ESTABELECIMENTO DO RISCO AOS DESASTRES POR INUNDAÇÃO: O CASO DE RIO GRANDE/RS. In: Anais do Congresso Brasileiro de Organização do Espaço e X Seminário de Pós-Graduação em Geografia da UNESP Rio Claro. Rio Claro, SP. 2010.

ITEPA/UCPel. Indicadores da População no Eixo Pelotas/Rio Grande (Zona Sul). Relatório Técnico. Pelotas: Editora UCPel, 2002.

KJERFVE, Bjorn. Comparative oceanography of coastal lagoons. In: WOLFE, Douglas A. (Ed.). Estuarine Variability. New York: Academic Press, 1986. Cap. 3, p. 63-81.

MARTINS, Solismar Fraga. Rio Grande: Industrialização e Urbanidade (1873-1990). Rio Grande: Editora da FURG, 2006.

MARTINS, Solismar Fraga; PIMENTA, Margareth Afeche. A Constituição Espacial de Uma Cidade Portuária Através dos Ciclos Produtivos Industriais – O Caso do Município do Rio Grande (1874-1970). Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais, São Paulo, v.6, n.1, p. 85-100, 2004.

MÖLLER, Osmar; FERNANDES, Elisa. Hidrologia e hidrodinâmica. In: SEELIGER, Ulrich; ODEBRECHT, Clarisse (Eds). O Estuário da Laguna dos Patos: Um Século de Transformações. Rio Grande: Editora FURG, 2010. Cap. 2, p.17-27.

Monografia (Graduação em Geografia – Bacharelado) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2009.

RABUS, B., M. EINEDER, A. Roth, R. BAMLER, 2003, The shuttle radar topography mission- a new class of digital elevation models acquired by spaceborne radar, Photogramm. Rem. Sens., v. 57, p. 241-262.

RECKZIEGEL, Bernadete Weber. Levantamento dos Desastres Naturais no Rio Grande do Sul entre 1980 e 2005. 2007. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

Rede Cooperativa de Pesquisa comportamento das bacias sedimentares da região semiárida do Nordeste brasileiro. 2007. HIDROGEOLOGIA DA BACIA SEDIMENTAR DO JATOBÁ: SISTEMA AQUÍFERO TACARATU/INAJÁ. Relatório Final.

RIO GRANDE, Prefeitura Municipal. Plano Ambiental Municipal de Rio Grande. Rio Grande, 2007.



RIO GRANDE, Plano de Contingência/Operacional Enchentes, Município do Rio Grande – Defesa Civil, 2012.

RODRIGUEZ, E., C.S. MORRIS, J.E. BELZ, E.C. CHAPIN, J.M. MARTIN, W. DAFFER, S. Hensley, 2005, An assessment of the SRTM topographic products, Technical Report JPL D-31639, Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, California, 143 pp.

SALVATORI, Elena; HABIAGA, Lydia A.; THORMANN, Maria do Carmo. Crescimento Horizontal da Cidade do Rio Grande. In: Revista Brasileira de Geografia. Rio de Janeiro, v.51, n.1, p. 27-71, 1989.

TOMÉ, G. A. CAMPELO CORREIA, L. 2012. Precisão dos dados de cota extraídos do modelo digital de elevação SRTM a partir da comparação com dados de campo levantados com GPS geodésico. In VII Jornada de Iniciação Científica, Desenvolvimento Tecnológico e Inovação do IFES

VALERIANO, M. M. Modelo digital de elevação com dados SRTM disponíveis para a América do Sul. São José dos Campos: INPE, 2004. 72 p. (INPE-10550-RPQ/756). Disponível em: <http://urlib.net/sid.inpe.br/sergio/2004/06.30.10.57>

VIEIRA, Eurípedes Falcão; RANGEL, Susana Regina Salum. Planície Costeira do Rio Grande do Sul: Geografia Física, Vegetação e Dinâmica Sócio-Demográfica. Porto Alegre: Editora SAGRA, 1988.

VIEIRA, Marcelo Milano Falcão, VIEIRA, Eurípedes Falcão. Geoestratégia dos Espaços Econômicos – Transformação e Poder no Sítio Portuário de Rio Grande. o&s, Salvador, v.7, n.19, p. 109-122, 2000.





## 8 ANEXOS



## 8 ANEXOS

Como anexos deste relatório apresentam-se os seguintes elementos:

- Anexo I: Questionários enviados à SMOV, por intermédio da Secretaria de Município do Meio Ambiente.
- Anexo II: Planta Geral do Sistema de Drenagem do Município de Rio Grande.
- Anexo III: Artigo: *“Expansão Urbana e o Estabelecimento do Risco aos Desastres por Inundações: O caso Rio Grande.”* O estudo foi desenvolvido pela Universidade Federal de Santa Maria pelos alunos Jefferson Ferreira Ferreira e Luis Eduardo de Sousa Robaina.
- Anexo IV: Hidrogramas de projeto para o cenário atual, para cada sub-bacia elementar e Plano de Contingência/Operacional Enchentes do Município do Rio Grande.



## ANEXO I - QUESTIONÁRIOS



## Questionário Drenagem Pluvial – PMSB do Rio Grande

### **1) Manutenção da rede de drenagem pluvial (desentupimento de bueiros e condutos, limpeza de arroios e desassoreamento)**

a) Qual é a repartição/secretaria/departamento da Prefeitura do Rio Grande responsável?

b) De que forma a demanda por serviços na drenagem chega ao responsável?  
Pessoalmente: Em que local? Qual horário?

Telefone: número, funcionário atendente, horário de atendimento

Email?

Mensagem telefônica?

Rede social?

c) Como esta demanda é registrada e protocolada e qual seu encaminhamento dentro da prefeitura?

d) Qual o equipamento disponível: retroescavadeira, manual, depende.

e) Qual o tamanho da equipe disponível?. Tem engenheiro a cargo?

### **2) Operação do sistema de drenagem e planos de contingência para eventos extremos**

a) A operação das casas de bombas e comportas é realizada por qual repartição/secretaria/departamento da Prefeitura do Rio Grande?

b) Quais são as regras (se existirem) para operação destes dispositivos? E quem as executa?

c) Como é a ação pública durante eventos climáticos extremos (marés altas e chuvas intensas)? E quem as executa?

d) Qual a equipe a cargo das bombas (operação e manutenção)?

e) Existem informações sobre o funcionamento das bombas (curvas de calibração, manutenção requerida, consumo, etc)?

### **3) Obras de recuperação da rede de drenagem pluvial (caso o problema não seja apenas de entupimento e sim de rompimento, destruição ou falta de capacidade)**

a) Qual é a repartição/secretaria/departamento da Prefeitura do Rio Grande responsável?

- b) Em uma intervenção na rede de drenagem sempre é produzido um projeto técnico?
- c) Como este serviço fica registrado?
- d) Quem executa o serviço? Se for a prefeitura, indique o tamanho da equipe disponível.

#### **4) Origem dos recursos financeiros**

- a) Para manutenção (limpeza e reparo)
- b) Para ampliação (novos trechos e equipamentos)
- c) Quais foram as despesas com drenagem pluvial nos últimos 5 anos?
- d) Existe alguma forma de cobrança exclusiva para angariar fundo para os serviços regulares de drenagem pluvial (limpeza e reparo)?

#### **5) Planejamento e fiscalização**

- a) O município possui um planejamento para investimento na melhoria da drenagem pluvial?
- b) Como são definidas atualmente as prioridades de investimentos na drenagem pluvial?
- c) Os projetos mais recentes são concebidos de forma pontual ou englobam uma análise de toda a bacia onde o projeto está inserido?
- d) O licenciamento municipal faz alguma exigência quanto ao lançamento de águas pluviais na rede de drenagem e ocupação de áreas suscetíveis a inundações ribeirinhas? Se sim, qual ou quais exigências são feitas?
- e) Existe alguma fiscalização contra a ocupação de áreas inundáveis?
- f) Existe alguma política de informação e advertência da população em relação às áreas inundáveis?

#### **6) Loteamentos e ruas novas**

- a) Caso alguém queira protocolar algum loteamento novo qual o procedimento dentro da prefeitura? Favor, na descrição informe se dentro das exigências, se inclui a drenagem pluvial.
- b) Se o loteamento for público (loteamentos de baixa renda, regularização de favelas, etc) qual o procedimento. Quem faz o projeto de drenagem pluvial? Quem executa as obras públicas de drenagem pluvial?
- c) As ruas novas incluem o projeto de macro e microdrenagem pluvial?

## Questionário

1. Cadastro da rede de drenagem urbana ou outro tipo de banco de dados que inclua informações tais como:

i) tipo de seção transversal (tubo, galeria, canal trapezoidal, etc.);

ii) extensão do trecho;

iii) declividade;

iv) tipo de revestimentos;

v) localização com relação ao sistema viário (por exemplo, desde a esquina da rua A até a esquina com a rua B);

2. Projetos e estudos existentes a respeito bacias hidrográficas da cidade;

3. Cartas náuticas de Rio Grande. Preferentemente em formato digital (CAD, ARCGIS);

4. Mapa com os locais onde ocorrem alagamentos frequentes, com problemas de erosão, escorregamentos e instabilidades, tanto a partir dos registros existentes na prefeitura, como na Defesa Civil, Bombeiros, Exército, etc., além do cadastro de atingidos por alagamentos durante o período chuvoso. Por exemplo, em um mapa da cidade indicar os locais onde acontecem alagamento seguidamente ou somente de tanto em tanto (marcar com cores diferentes);

6. Mapeamento das áreas de ocupação irregular;

10. Mapa de coleta de resíduos sólidos e de varrição das ruas (indicando frequência);

12. Informações sobre urbanismo registradas na Prefeitura e outros organismos da administração pública (planos diretores, estado atual e projeções sobre uso e ocupação do solo, planos de transporte urbano, projeções demográficas, etc.);



13. Que dados de chuva são hoje utilizados para dimensionamento de redes de drenagem. Qual IDF? Existem pluviômetros ou um banco de dados de chuva na PM;

14. Série histórica de marégrafo e definição do risco a ser adotado no dimensionamento?

15. Topografia existente (ex, junto à Corsan). Para a topografia indicar qual o sistema do levantamento (origem das cotas);

16. Estudos, projeções, práticas comuns, planos existentes, programas e medições sobre qualidade e quantidade de água. Em particular, se procura informações sobre fontes de poluição concentrada e difusa, assim como despejos clandestinos de resíduos sólidos e esgotos sanitários;

17. Registros de doenças de veiculação hídrica junto à prefeitura (leptospirose, cólera, giardia);

18. Caracterização institucional da drenagem (isto será complementado quando da visita a RG). É necessário uma pequena descrição do sistema indicando:

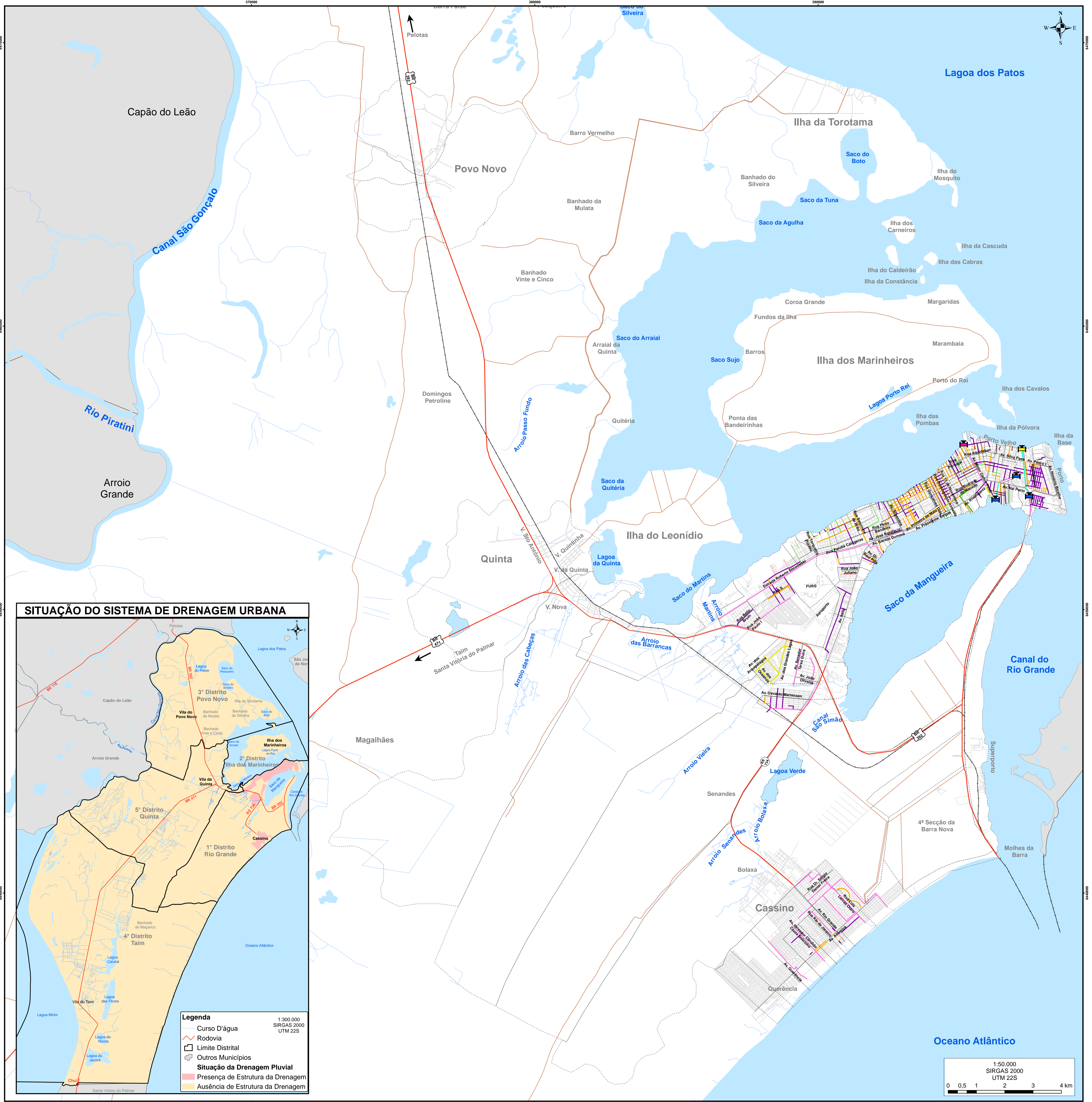
- a. quem dimensiona projetos de drenagem urbana (macro e/ou micro)?
- b. quem aprova ?
- c. Quando se quer realizar obras de drenagem urbana (macro e microdrenagem), quem financia? Como financia, etc.
- d. Quantidade de funcionários?
- e. Há agência reguladora de Saneamento Básica definida na legislação?
- f. Uma pessoa quer fazer um loteamento. A quem/que organismo solicitam autorização? Que informações são solicitadas;



## ANEXO II – PLANTA GERAL



# DRENAGEM URBANA E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS



Casa de Bombas - Rua Senador Salgado Filho



Casa de Bombas - Avenida Ipiranga



Casa de Bombas - Rua Acácia Rio-Grandense



Galeria sob a Rua Acácia Rio-Grandense



Canalete Aberto - Avenida Major Carlos Pinto



Canalete Aberto - Rua Senador Salgado Filho



Galeria de passagem do Arroio das Cabeças sob a BR 392







## ANEXO III - ARTIGO



**EXPANSÃO URBANA E O ESTABELECIMENTO DO RISCO AOS  
DESASTRES POR INUNDAÇÃO: O CASO DE RIO GRANDE/RS**

Jefferson FERREIRA FERREIRA

Universidade Federal de Santa Maria/UFSM, acadêmico do curso de Bacharelado em Geografia, bolsista de iniciação científica FAPERGS, Laboratório de Geologia Ambiental – Av. Roraima nº1000, Cidade Universitária – Bairro Camobi. CEP 97105-900, Santa Maria – RS. e-mail: [jecogeo@gmail.com](mailto:jecogeo@gmail.com)

Luis Eduardo de Sousa ROBAINA

Universidade Federal de Santa Maria/UFSM, Prof. Dr., Laboratório de Geologia Ambiental – Av. Roraima nº1000, Cidade Universitária – Bairro Camobi. CEP 97105-900, Santa Maria – RS. e-mail: [lesrobaina@yahoo.com.br](mailto:lesrobaina@yahoo.com.br)

**Resumo**

Os desastres por inundações urbanas têm se intensificado e se tornado mais freqüente a cada ano. Entretanto, o desastre não é a simples ocorrência de um fenômeno natural adverso, mas seu efeito sobre um cenário social vulnerável. Durante as décadas recentes, países de industrialização tardia, como o Brasil, vêm experimentando um acelerado processo de urbanização que frequentemente resulta em ocupação desordenada do território. O município de Rio Grande (RS) foi fundado em 1737 sobre um estreito pontal arenoso no estuário da Lagoa dos Patos, escoadouro de um sistema hidrográfico que drena mais de metade do estado e onde o nível d'água é controlado pela interação entre o regime de ventos e a descarga fluvial. A forte industrialização que marca as características socioeconômicas do município se expressa por um impacto demográfico que aliado à carência de habitações de interesse social acessíveis gera um crescente avanço de ocupações irregulares, sem infra-estrutura e muito vulneráveis a processos naturais. Assim, a associação de susceptibilidade com vulnerabilidade faz da cidade de Rio Grande uma área de risco de inundações, identificada pelo grande número de ocorrências nos últimos 29 anos.

**Palavras-chave:** Inundação, risco, expansão urbana.

**Resumé**

**L'expansion urbaine et la création du risque des catastrophes par les inondations:  
le cas de Rio Grande/RS**

Des catastrophes naturelles par les inondations au milieu urbain se sont intensifiées et deviennent plus fréquentes chaque année. Cependant, la catastrophe n'est pas la simple survenance d'un phénomène naturel adverse, mais son effet sur une scène sociale vulnérable. Au cours des dernières décennies, les pays de l'industrialisation retardé comme le Brésil, connaissent un procès d'urbanisation rapide qui se traduit presque souvent par l'occupation désordonnée du territoire. La municipalité de Rio Grande (RS) a été fondée en 1737 sur une étroite langue de sable à l'estuaire de la Lagoa dos Patos, canal d'un système hydrographique qui draine plus de la moitié de l'État et où le niveau d'eau est contrôlé par l'interaction entre le climat des vents et le débit des rivières. La

forte industrialisation qui marque les caractéristiques socio-économiques de la municipalité est exprimée par un impact démographique qui allié au manque de logements d'intérêt sociaux accessibles, engendrent une avance des occupations irrégulières, sans infrastructure et très vulnérables à des procès naturels. Ainsi, l'association de la susceptibilité à la vulnérabilité fait de la ville de Rio Grande une aire de risques d'inondation identifiés par le grand nombre d'événements dans les 29 dernières années.

**Mots clé:** Inondation, risque, expansion urbaine.

## INTRODUÇÃO

A ocorrência de desastres e acidentes relacionados a inundações, em áreas urbanas, no Brasil tem se intensificado e se tornado mais frequente a cada ano, conforme dados da Agência Nacional das Águas (ANA)<sup>1</sup>. Durante as décadas recentes, o mundo e especialmente os países de industrialização tardia como o Brasil tem experimentado um processo acelerado de urbanização, de modo que, muitas vezes, populações ocupem áreas inadequadas à instalação de assentamentos urbanos.

Ademais, em um cenário mundial em que diversos estudos indicam que a variabilidade climática global tende para o aumento dos extremos climáticos e meteorológicos, ainda que não se possa precisar quanto à magnitude e os efeitos dessas mudanças, no Brasil o fator climático determinante nas próximas décadas será o regime de chuvas. Tanto previsões de cenários mais otimistas como os mais pessimistas prevêm, até meados do século XXI, aumentos da precipitação no sul do Brasil e nordeste da Argentina, em magnitudes entre 5 a 20% dos valores médios atuais (COSTA e MARANGONI, 2009, p.133).

As inundações são causadas por precipitações anômalas que extravasam a capacidade de recepção dos corpos hídricos (rios, lagoas, lagoas, etc.), fazendo com que a água transborde para as áreas adjacentes causando danos. Podem ser divididas, tendo como parâmetro sua evolução, em quatro tipos: inundações graduais (ou enchentes); inundações bruscas (ou enxurradas); alagamentos, causados pela dificuldade de escoamento; e inundações litorâneas provocadas pela invasão do mar. No Glossário da Defesa Civil Nacional, o desastre é tratado como sendo “resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema (vulnerável), causando danos humanos, materiais e/ou ambientais e conseqüentes prejuízos econômicos e sociais. A intensidade de um desastre depende da interação entre a magnitude do evento

<sup>1</sup> <http://www.ana.gov.br/GestaoRecHidricos/UsosMultiplos/inundacoes.asp>. Acesso em 09/04/2010

*I Congresso Brasileiro de Organização do Espaço e*

*X Seminário de Pós-Graduação em Geografia da UNESP Rio Claro*

ISBN: 978-85-88454-20-0

05 a 07 de outubro de 2010 – Rio Claro/SP



adverso e o grau de vulnerabilidade do sistema receptor afetado” (CASTRO, 1998, p.57).

O município de Rio Grande localiza-se entre os paralelos 31°47'02” e 32°39'45” de latitude sul e meridianos 52°03'10” e 52°44'10” de longitude oeste (figura 1). Com uma área de 2.814 Km<sup>2</sup>, Rio Grande é o município de maior taxa de urbanização (96,07%) da metade sul do estado (ITEPA, 2002, p.37). Segundo o IBGE (2009), conta uma população residente total de 196.337 habitantes, dos quais 96,07% residem na área urbana, resultado de sua economia eminentemente industrial e de serviços. Seu sítio urbano está sobre um estreito pontal arenoso de orientação geral NE-SW que se projeta para o interior da região estuarina da Lagoa dos Patos (a sudoeste do estuário), com cota altimétrica de apenas 5 metros, constituído por terrenos de formação da Planície Costeira do Rio Grande do Sul. (VIEIRA e RANGEL, 1988, p.15).

Hidrograficamente, o município está dentro do Sistema Patos-Mirim, um sistema que abrange mais de metade do Estado (~200.000 km<sup>2</sup>) e que tem como escoadouro natural a Lagoa dos Patos (~10.000 km<sup>2</sup>), a maior laguna costeira estrangulada do mundo (KJERFVE, 1986, p.64), cuja única ligação com o oceano é uma estreita desembocadura de cerca de 620 m de largura – a Barra do Rio Grande.

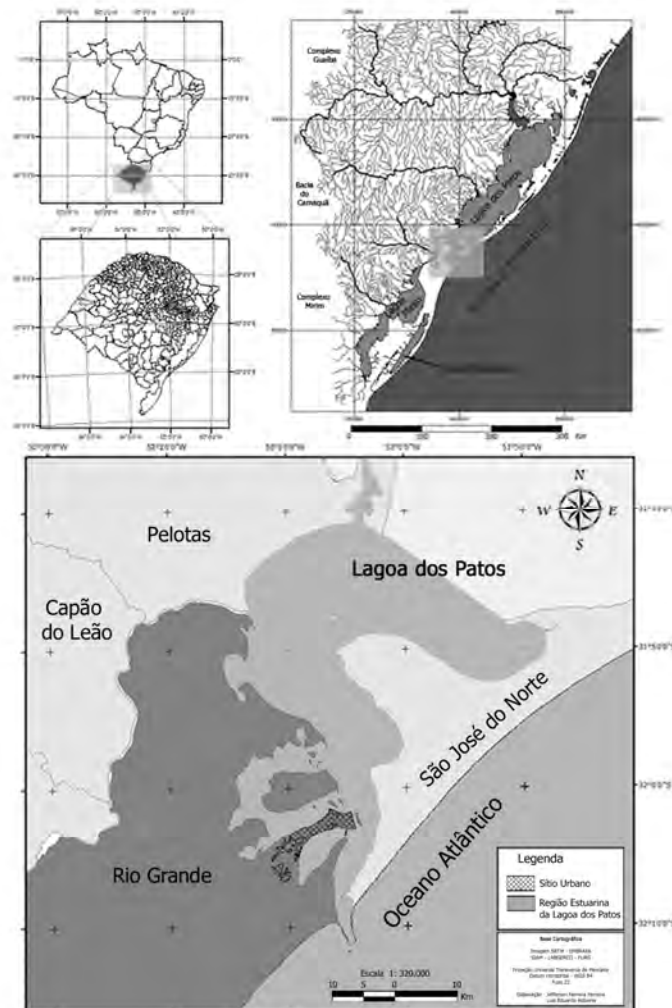


FIGURA 1 – Localização do sítio urbano de Rio Grande e sua posição no Sistema hidrográfico Patos-Mirim.

O afunilamento natural do estuário em direção ao mar é decisivo, pois o estreito canal da Lagoa dos Patos (ou Barra do Rio Grande) atenua os avanços da onda de maré (0,47 m) para dentro do estuário fazendo com que a hidrodinâmica estuarina seja controlada predominantemente pelas relações entre a descarga fluvial e a ação dos ventos (MÖLLER e FERNANDES, 2010, p.17). As direções de vento mais frequentes são as que sopram paralelos à orientação da costa e ao eixo da laguna, ou seja, os de NE e SW. A resposta das águas da laguna à ação do vento NE é o empilhamento de água na parte sul causando uma elevação no nível do estuário em relação à parte norte. No oceano adjacente, o vento NE empurra as águas costeiras em direção ao oceano (na direção perpendicular para esquerda à direção do vento) o que causa uma depressão no nível da

região costeira. Essa diferença de nível entre o estuário e o oceano gera uma pressão responsável por bombear água para fora da laguna. Já em relação à ação do vento SW, a resposta hidrodinâmica é oposta à encontrada sob o vento NE (CASTELÃO e MÖLLER, 2003, p.94-105).

O crescimento populacional acentuado em uma área com baixas altitudes, lençol freático muito próximo da superfície e sobre um estreito pontal arenoso que se projeta para o interior do estuário da Lagoa dos Patos, vêm recentemente tornando mais assíduos e graves os acidentes por inundação na zona urbana.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

O trabalho foi realizado através de revisão da literatura pertinente, saídas de campo para coleta de dados e utilização de ferramentas de geoprocessamento.

Primeiramente foram levantados os dados referentes aos acidentes por inundação no município Rio Grande no período de 1980 a 2005 no trabalho de Reckziegel (2007), que reúne todos os eventos de desastres do estado de Rio Grande do Sul no período. Esses dados foram compilados em uma planilha eletrônica. Posteriormente esses dados foram qualificados e refinados através de uma saída de campo à área de estudo. O processo de qualificação e refinamento foi feito por pesquisas do histórico de desastres por inundação no jornal de maior circulação local (Jornal Agora) e junto à Secretaria da Defesa Civil do município, estendendo o período de dados para 2009 e totalizando 29 anos de recobrimento temporal para os dados referentes a este tipo de acidente.

A seguir foi realizada a tabulação dos dados obtidos em campo, aprimorando a planilha já existente, com as áreas mais afetadas, número de pessoas atingidas e os eventuais decretos municipais (situação de emergência ou estado de calamidade pública).

O terceiro momento foi o posterior georreferenciamento das imagens orbitais do satélite QuickBird de 2006 e do Mapa Urbano Base (MUB), fornecidos pela Prefeitura Municipal do Rio Grande, no programa Spring 4.3 com o auxílio de um GPS (modelo Garmin GPSMAP 60CSx) para a coleta de pontos reconhecíveis em campo. Foram digitalizados os locais com registro de ocorrências de acidentes de inundações para apresentação cartográfica dos dados históricos de eventos. Concomitantemente, fez-se a análise dos principais fatores condicionantes das inundações através do exame da bibliografia existente sobre os temas pertinentes.



## ANALISANDO A OCUPAÇÃO URBANA EM RIO GRANDE

A posição do sítio urbano sobre o estreito pontal arenoso do estuário lhe conferiu grandes vantagens estratégicas do ponto de vista militar, primeiramente, e comerciais, em seguida, pela presença de um porto natural e único porto marítimo do Estado, por outro lado, impuseram-se dificuldades extremas devido as suas características físico-naturais.

O contexto geomorfológico natural encontrado pelos portugueses era constituído por extensas áreas de modelado eólico inconsolidado, franjeado por banhados de ambiente estuarino, chamados marismas.

O assentamento urbano da cidade do Rio Grande teve início com a construção do Forte Jesus-Maria-José em 19 de Fevereiro de 1737 a fim de atender objetivos geoestratégicos da coroa portuguesa como ponto de apoio militar entre Laguna e Colônia de Sacramento (figura 2).

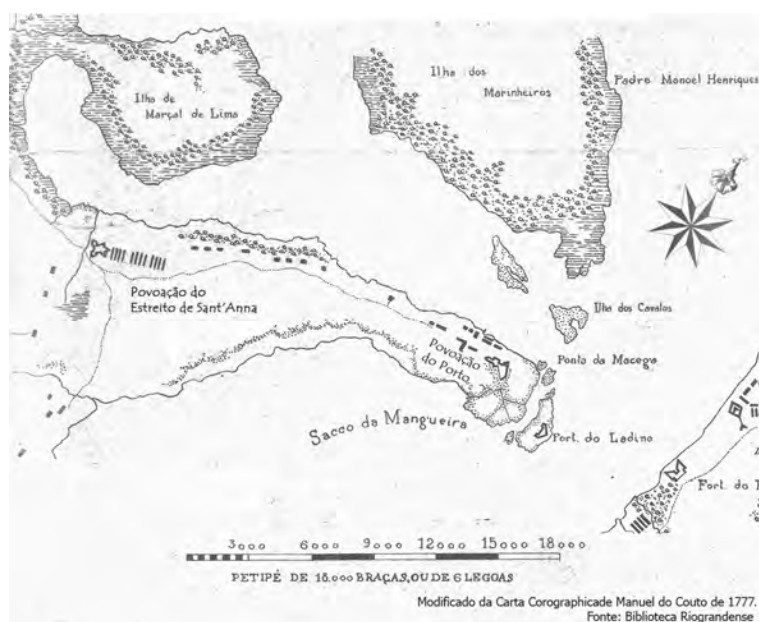


FIGURA 2 – Carta de 1777 que o mostra os primeiros núcleos de assentamento no pontal do Rio Grande.

O primeiro registro em planta existente na Bibliotheca Riograndense, datado de 1767, mostra que o assentamento urbano assume uma forma linear acompanhando a margem norte do pontal, onde se situava o porto, com a igreja matriz em seu centro e com o Forte ocupando posição privilegiada. Observa-se ainda a presença de trincheiras construídas a oeste para proteger o acesso terrestre à cidade (figura 3).

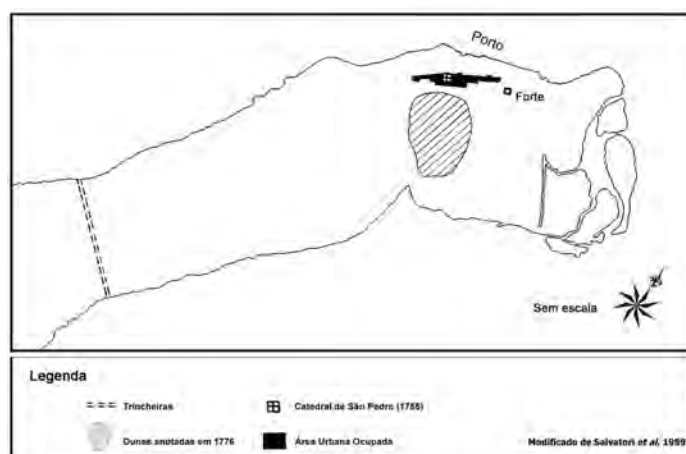


FIGURA 3 – Planta do assentamento urbano de Rio Grande em 1767.

Até meados de 1780, a então Vila do Rio Grande de São Pedro, permaneceria atendendo exclusivamente às demandas militares da coroa. A partir daí, e durante todo o século XIX, o porto do Rio Grande serviria como único escoadouro da produção agropastoril do “continente” de São Pedro (Província de São Pedro, atual estado do Rio Grande do Sul) e passaria a exercer uma importante função de pólo comercial do território (VIEIRA, M. e VIEIRA, E., 2000, p.110). A partir de 1780, em face da expansão da produção do charque, houve um acentuado crescimento urbano. A dragagem junto ao cais e a construção do porto em 1823 permitiram receber navios com mais de 200 toneladas.

Em 1829 foi elaborada a primeira planta que mostra o sítio urbano em maiores detalhes (figura 4). Através dela é possível verificar a dificuldade de crescimento urbano em direção ao sul pela existência de dunas, e, ao leste, pela presença de áreas alagáveis de marismas.

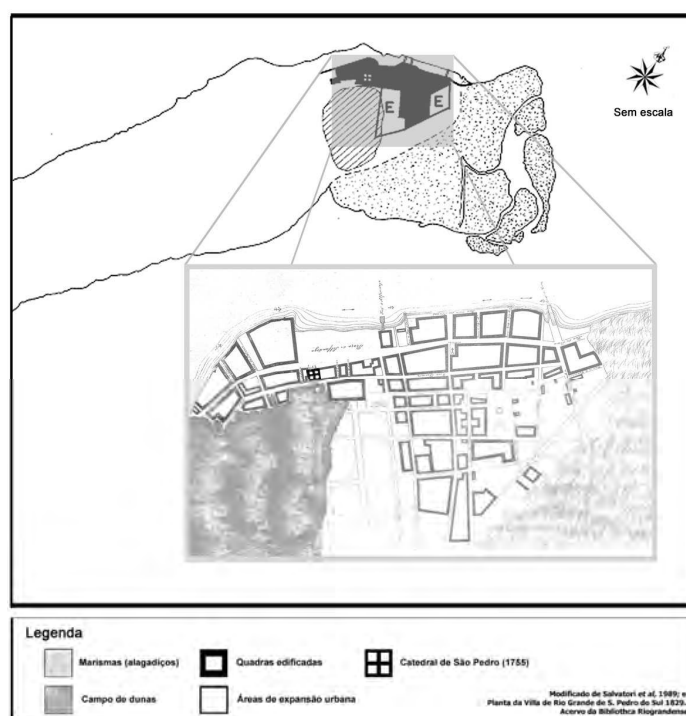


FIGURA 4 – Planta do sítio urbano de Rio Grande em 1829; vista geral e em detalhe do traçado urbano.

A direção de crescimento da cidade, até 1869 (figura 5), sugere que as dunas foram usadas, num primeiro momento, para ampliar as margens ao norte em função dos melhoramentos no antigo porto e para aterrar os chamados “baixios”, áreas inundáveis de marismas a leste e nas adjacências do porto.

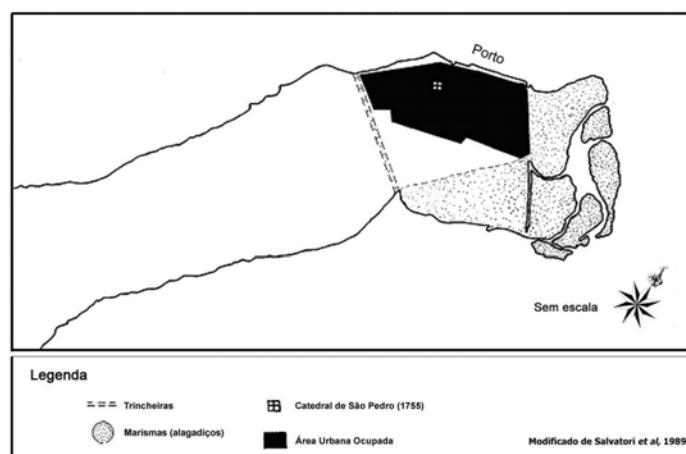


FIGURA 5 – Expansão do núcleo urbano original até 1869.



A Vila do Rio Grande torna-se cidade em 1835 quando assume o posto de capital imperial do Estado na eclosão da Revolução Farroupilha, como o único porto marítimo do Rio Grande do Sul. Isso permitiu, no século XIX, uma expansão das atividades mercantis através do comércio de importação e exportação, principalmente nas mãos de imigrantes europeus. O primeiro período industrial ocorrido em Rio Grande (1874-1910) representou a formação de uma elite econômica e social para a cidade. Concomitantemente, um operariado miserável coabitava a zona urbana, inicialmente em cortiços (MARTINS e PIMENTA, 2004, p.89).

O impacto demográfico dessa industrialização se expressa pela duplicação da população, que apresentava uma população de 23.962 habitantes no ano de 1872, ainda em sua fase comercial, sendo que 39 anos depois, no censo municipal realizado em 1911, essa população quase dobra.

Na planta de 1904 (figura 6) é possível observar a consolidação e expansão do núcleo urbano original e uma área projetada para expansão urbana entre os terrenos da Cia. Hidráulica Riograndense (1879) e a margem norte e, ainda, a leste sobre uma área de marismas até a linha ferroviária, a sudeste do núcleo principal. Também se observa a Cidade Nova, uma nova área implantada e ocupada a oeste da antiga linha de trincheiras que protegiam o acesso terrestre à cidade (atual Avenida Major Carlos Pinto).

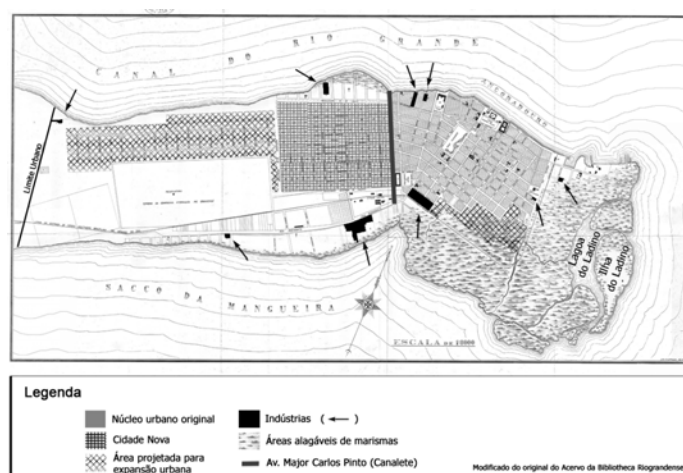


FIGURA 6 – Planta da cidade de Rio Grande de 1904 e áreas de expansão projetadas.

No final do século XIX teve início a execução de grandes projetos de melhoramento da barra e a construção do Porto Novo, o que resultou em uma área considerável de aterros, feitos a partir do material dragado, na área a leste e a sul do centro histórico.

Ao comparar as plantas do município do Rio Grande de 1829 e de 1922 (figura 7), é possível perceber a expressiva modificação nas condições geomorfológicas originais do pontal do Rio Grande em decorrência das obras realizadas para expansão urbana e melhoramento do porto. Neste período, observamos que a expansão urbana causada pelo crescimento da economia foi acentuada, com uma intensificação das ocupações junto ao Porto Novo e o preenchimento de alguns vazios junto às fábricas já instaladas. A cidade cresce em direção a oeste e sudoeste, onde haviam dunas, e conquista considerável área com os aterros realizados pela construção do Porto Novo sobre a Lagoa do Ladino, Ilha do Ladino e as áreas de marismas adjacentes, no extremo leste e sudeste do pontal, evidenciando a capacidade de intervenção dos interesses econômicos sobre o ambiente. Esses extensos aterros estão marcados na planta de 1922 como Terrapleno do Novo Porto, junto ao centro histórico, e sobre ele estão localizados diferentes ocupações urbanas, além do Porto Novo.

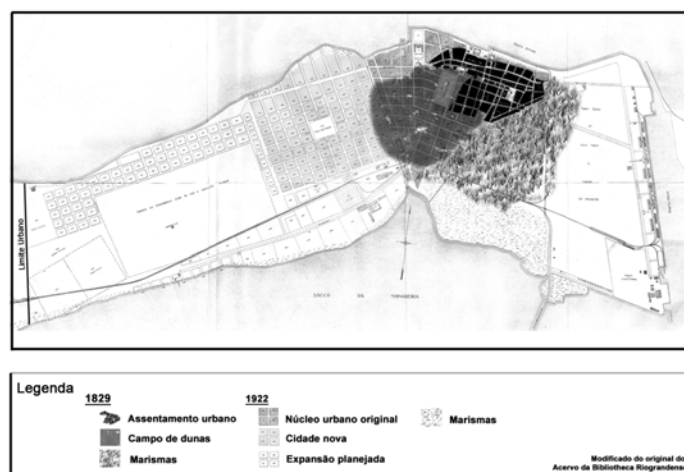


FIGURA 7 – Planta da cidade de Rio Grande de 1922 e comparação com a planta de 1829.

No início do século XX, a cidade já dispunha de diversos estabelecimentos comerciais, industriais e de serviços. As unidades industriais tinham necessidades locais que as levaram a ocupar as áreas no entorno da orla, que eram, naturalmente, constituídas de marismas. A Refinaria de Petróleo Ipiranga (1937), por exemplo, foi instalada às margens do Saco da Mangueira, sendo necessário aterrar uma extensa área não apenas para viabilizar a construção da planta da Refinaria como também para o estabelecimento de residências para o operariado dessa e de outras empresas (DUMITH, 2009, p.41).

As vultuosas empresas de capital estrangeiro que atuavam na cidade à época, necessitaram de uma numerosa mão-de-obra, o que atraiu contingentes populacionais de outros municípios. Em decorrência disso, em lugar do bairro planejado pelos franceses no aterro construído sobre as antigas áreas alagáveis, próximo ao Frigorífico Swift (figura 8), sitiou-se uma gigantesca área de sub-habitações, na época Vila dos Cedros, hoje Bairro Getulio Vargas. Embora estas ocupações irregulares não constem na planta de 1926.

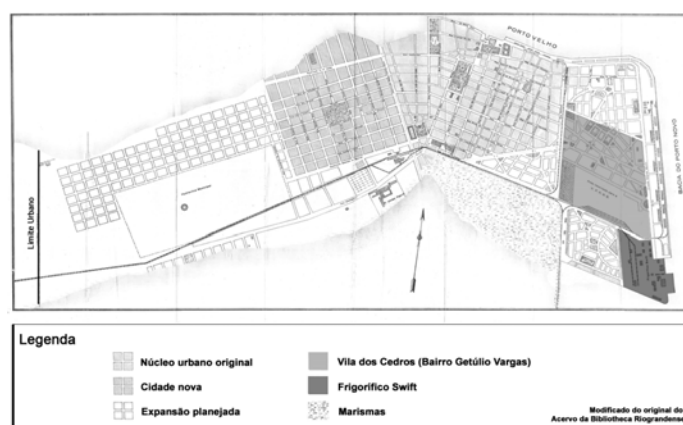


FIGURA 8 – Planta da cidade de Rio Grande em 1926 e áreas de expansão projetadas.

Na planta de 1942 (figura 9), é possível perceber os amplos aterros feitos na margem sul, nas áreas adjacentes a Ipiranga e a Fábrica de Tecidos Rheingantz. Além disso, estava ainda previsto, na margem sul, o projeto de uma área ainda mais ampla de aterros marcada na planta como “caes de saneamento”, uma vez que as áreas inundáveis de marismas eram vistas como insalubres pelo mau cheiro da decomposição orgânica que é típico desses ambientes; e ainda, na margem norte a fim de melhorar o cais do Porto Velho e prover o centro urbano de uma nova área de expansão urbana.

Segundo Martins (2006, p.181-220), o Decreto-Lei 58/37 – que dispõe sobre o parcelamento do solo e institucionaliza a terra-mercadoria – fez com que se criassem loteamentos de toda ordem, de modo que qualquer hectare de terra fosse loteado e comercializado, um comportamento característico do ocorrido no resto do país. Isso colocava fim a expansão da cidade planejada fazendo surgir um novo fenômeno urbano em Rio Grande: as chamadas Vilas. A Vila São Miguel, por exemplo, embora já existisse nos mapas da cidade no final da década de 30, foi ocupada com maior intensidade por volta de 1950, década em que foi feito seu registro na Prefeitura Municipal. Como pode ser observado na planta de 1942, os limites urbanos legais já



havam, em muito, sido ultrapassados pelo loteamento Vila Junção e pela Vila São Miguel.

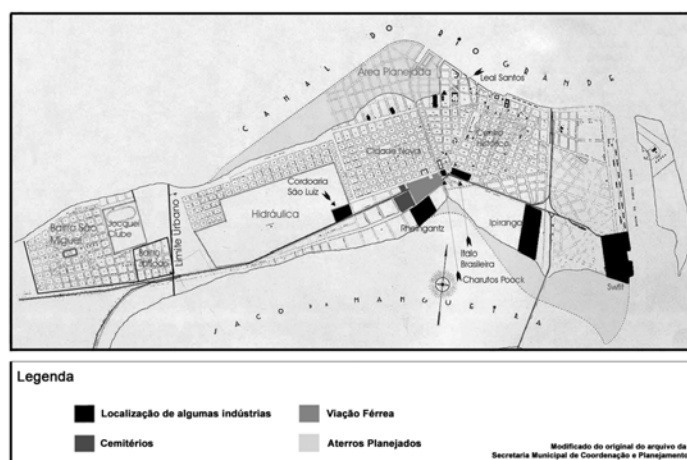


FIGURA 9 – Planta da cidade de Rio Grande de 1942 os projetos de aterro para expansão urbana.

Os períodos de industrialização das décadas de 1920 e 50 propiciaram importantes fluxos migratórios, sempre compostos de operários industriais clássicos: de baixa renda e pouca instrução (SALVATORI *et al*, 1989, p.48), o que favorecia o processo de marginalização social e ocupação irregular de áreas inadequadas nas margens do pontal do Rio Grande.

No setor habitacional, a maior intervenção do Estado após 1964, com a criação do Banco Nacional da Habitação (BNH) e da instituição do Sistema Financeiro da Habitação (SFH), impulsionou o setor da construção civil em todo Brasil (MARTINS, 2006, p.24). Surge então no município o sistema de autoconstrução por meio da aquisição de terrenos nas periferias e os primeiros planos habitacionais da Companhia Habitacional do Estado - COHAB (SALVATORI *et al*, 1989, p.43).

A ampliação da área portuária para um grande terminal marítimo, com a construção do Superporto e do Distrito Industrial na década de 70, criou para Rio Grande a condição de pólo de desenvolvimento, o que exigiu mão-de-obra qualificada. A economia do Rio Grande teve novo impulso, além da atração de novos contingentes populacionais.

Outro fato importante deste período é aprovação do estatuto da Fundação Universidade do Rio Grande – FURG – e a aglutinação de seus cursos, que estavam dispersos pela cidade até 1971, para um terreno de 250 hectares cedido pela prefeitura a oeste do centro urbano. Nas décadas de 70 e 80, são criadas algumas áreas habitacionais importantes, como os PROFILURB's e COHAB's, alguns deles fora da área urbana

*I Congresso Brasileiro de Organização do Espaço e  
X Seminário de Pós-Graduação em Geografia da UNESP Rio Claro*

ISBN: 978-85-88454-20-0

05 a 07 de outubro de 2010 – Rio Claro/SP

legal, através de legislação específica. Observa-se que, na grande maioria, estas áreas habitacionais destinam-se à moradia de interesse social, caracterizando a clientela de baixo poder aquisitivo do período, de modo que se verifica um adensamento da ocupação das áreas próximas às rodovias Rio Grande/Pelotas e Rio Grande/Cassino (SALVATORI *et al*, 1989, p.48; figuras 10 e 11).

Com a extinção do Banco Nacional da Habitação, em 1986, e em meio à crise econômica dos anos 80, a área de habitação no Brasil passou por um período de desarticulação e desestruturação. Em Rio Grande, houve um estancamento nos empreendimentos e os investimentos passaram a se constituir de condomínios para moradia da classe média e alta, e não mais no padrão popular. Assim, ocorreu um aumento significativo de sub-habitações localizadas em áreas irregulares próximas de infra-estrutura e de serviços indispensáveis, pois a forma como se efetivavam os empreendimentos imobiliários tornaram a moradia um bem quase inacessível para a grande parte da população, resultando em um aprofundamento da segregação socioespacial na cidade (MARTINS,2006, p.37).

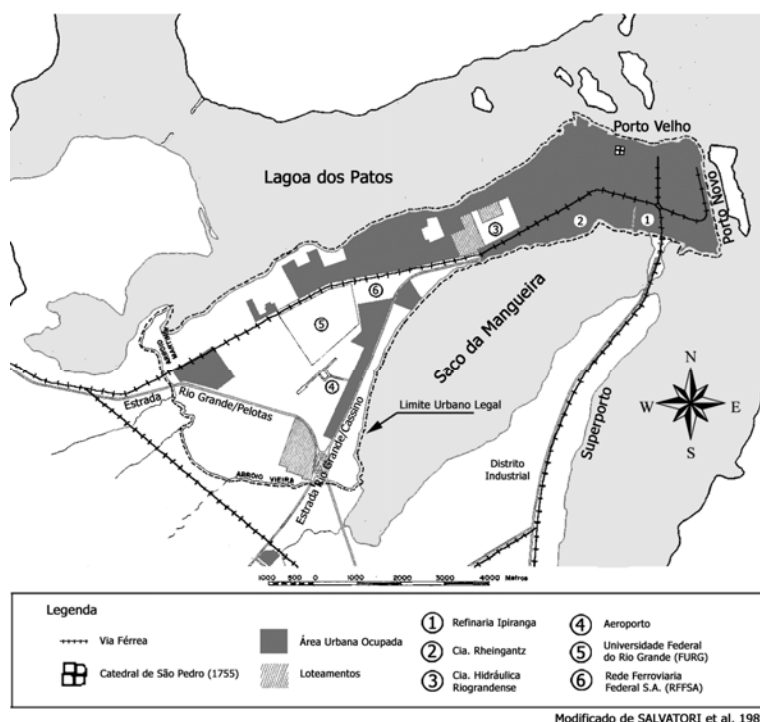


FIGURA 10 - Área urbana ocupada e loteada para expansão na década de 70.

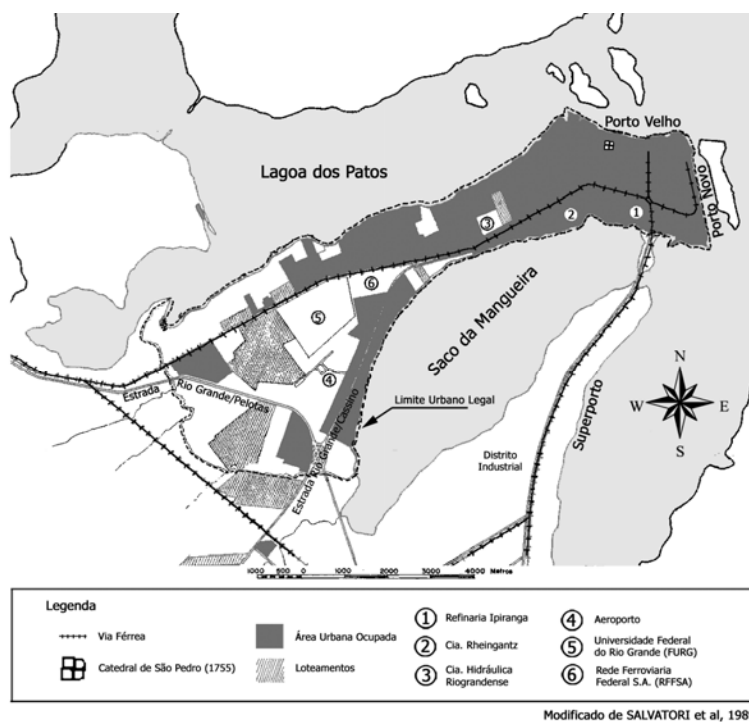


FIGURA 11 - Área urbana ocupada e loteada para expansão na década de 80.

Atualmente, o pontal do Rio Grande encontra-se quase que totalmente ocupado. Apenas a oeste percebem-se vazios mais significativos onde a mancha urbana divide-se em duas ramificações que acompanham os dois principais acessos rodoviários a cidade, uma ao longo da Estrada Roberto Socoowski (antiga estrada dos carreiros), ao norte, e uma ramificação ao sul, ao longo da rodovia Rio Grande/Cassino, ambas caracterizadas por habitações de baixo padrão, salvo algumas poucas exceções. Entre essas duas ramificações de urbanização há dois vazios mais significativos representados por três óbices urbanos: os terrenos do Aeroporto, FURG e da antiga R.F.F.S.A (figura 12).



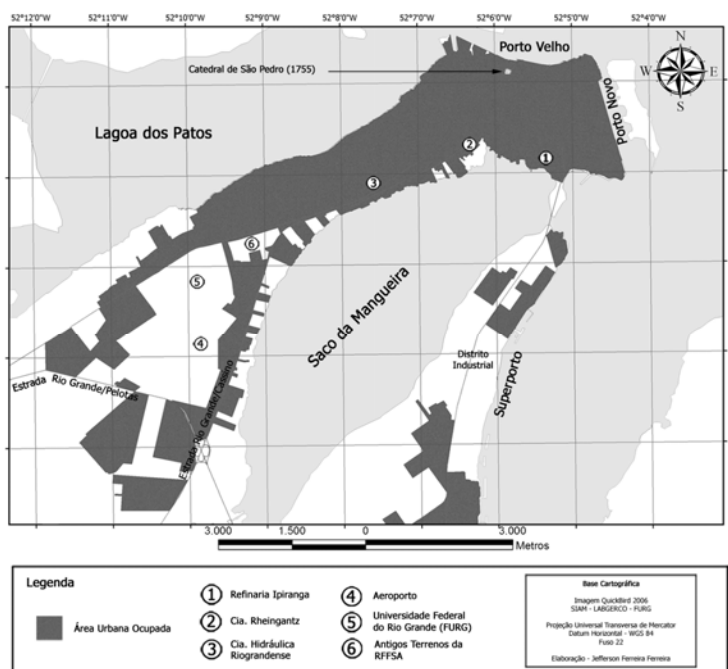


FIGURA 12 – Mapa do pontal do Rio Grande e ocupação urbana atual.

De acordo com o Plano Ambiental Municipal de Rio Grande (2007), a orla do Saco da Mangueira, embora apresente diferentes graus de urbanização, apresenta uma ocupação urbana consolidada, representada por terrenos públicos e privados e onde a especulação imobiliária é intensa, o que explica os diversos vazios existentes ao longo da estrada Rio Grande/Cassino.

Assim, ao longo dos séculos, todas as alterações no perfil da cidade promovidas pela expansão da malha urbana e pelo crescimento do complexo industrial e portuário foram efetivadas sem que a cidade de Rio Grande tivesse uma clara diretriz para orientar esse processo, ocasionando o estabelecimento de populações socialmente vulneráveis em áreas de risco a inundação.

## INUNDAÇÕES: RISCO NO MUNCÍPIO DE RIO GRANDE

As condições do meio físico-natural na área urbana de Rio Grande impõem uma série de condições tanto ao processo de urbanização quanto à ocorrência de acidentes por inundação.

O estuário da Lagoa dos Patos possui uma dinâmica muito particular no que se refere aos condicionantes que ocasionam inundações. O regime de micromarés da costa

gaúcha e o “estrangulamento” do corpo lagunar em uma única e estreita desembocadura, exutório de um sistema hidrográfico de aproximadamente 200.000 Km<sup>2</sup>, fazem com que os níveis de água e a circulação interna no estuário sejam controlados predominantemente pela combinação da descarga fluvial com o regime de ventos atuante. Assim, excepcionalmente, o processo de inundação pode ter lugar mesmo quando não há precipitação local, como registrado nos anos de 1992 e 2001. A ação dos ventos do quadrante sul causa um empilhamento das águas costeiras sobre o litoral e uma depressão no estuário, gerando uma pressão resultante que é responsável por bombear água para dentro da laguna, de modo que, quando precipitam grandes volumes nas bacias hidrográficas contribuintes, o fluxo de vazante é represado. Deste modo, ocorrem vazões mínimas e o nível das águas estuarinas é elevado.

As condições geotécnicas do pontal arenoso, onde se situa o sítio urbano, sua configuração estreita e os interesses econômicos que, através dos séculos, foram sempre voltados para a funcionalidade portuária, desencorajaram a verticalização e fizeram com que a cidade crescesse projetando-se sobre os corpos hídricos por meio de grandes quantidades de aterros. Assim, extensas áreas que originalmente constituíam-se de terrenos alagáveis foram progressivamente transformadas em terra urbana. No interior do pontal, o relevo extremamente plano, o lençol freático muito próximo da superfície e a permeabilidade do solo conferem ao sítio urbano dificuldades de escoamento das águas pluviais que são responsáveis por inundações por alagamento.

A análise de desastres e acidentes causados por inundações em Rio Grande mostra que nos últimos 29 anos ocorreram 60 eventos que provocaram acidentes/desastres. Destes, sete foram severos o bastante de modo que a prefeitura decretasse Situação de Emergência e, em um deles, o de outubro de 2001, foi decretado Estado de Calamidade Pública, tamanho o estrago e o número de atingidos.

Na análise dos processos de inundação ocorridos, pode-se caracterizar que a distribuição espacial dos acidentes de inundação, no sítio urbano, está relacionada a problemas de micro e macrodrenagem urbana e à diferenciada hidrodinâmica lagunar dominante nas margens norte e sul do pontal. Durante o período estudado, toda a margem norte foi atingida, especialmente os locais mais afastados do centro da cidade, onde há um cenário social mais vulnerável pela combinação de uma infra-estrutura urbana deficiente e ocupação desordenada e mais densa. Na margem sul, ao contrário, os acidentes foram mais pontuais, ocorrendo em bairros de maior vulnerabilidade e em ruas perpendiculares ao Saco da Mangueira, onde a hidrodinâmica é limitada. Já no interior

do sítio urbano as inundações estão principalmente relacionadas à deficiência dos canais de micro e macrodrenagem e à dificuldade de escoamento das águas pluviais causando alagamentos.

A situação de maior risco se localiza na extremidade leste do pontal, que se constitui de uma área de grande vulnerabilidade social assentada sobre os aterros construídos para a instalação do Porto Novo, no Bairro Getúlio Vargas, cuja origem está ligada à ocupação irregular por operários de baixa renda. As demais áreas do interior do pontal que se revelaram significativas quanto aos eventos de inundação são o Bairro Centro, que corresponde ao centro histórico e suas extensões, e os bairros mais distantes onde há ineficiência da micro e macrodrenagem urbana. Ainda no Centro, o chamado Canalete, um canal de macrodrenagem que atravessa o pontal e liga a margem norte ao Saco da mangueira, apresenta problemas de inundações em habitações que se situam em suas extremidades. Nos bairros mais carentes a situação de alagamento torna-se mais favorável pelo sistema de drenagem formado por valas à céu aberto, onde a urbanização avançou sobre áreas suscetíveis, que originalmente constituíam-se de dunas interiores e banhados permanentes e temporários.

O avanço da urbanização sobre a margem norte se deu sob diferentes formas e com funções diversificadas. Enquanto no centro urbano as inundações pela invasão das águas lagunares não são tão significativas pelo fato de a margem ser protegida pela barreira representada pelo cais do Porto Velho, na medida em se distanciam do Centro as ocupações se tornam cada vez mais densas diretamente sobre a margem. A margem norte, embora se apresente com diferentes graus de urbanização, caracteriza-se de modo geral por uma ocupação consolidada, com predomínio de população de baixa renda com elevado número de sub-habitações, tendo como principal atividade econômica a pesca artesanal e os pequenos serviços. Assim, é na margem norte que se encontram as maiores situações de risco à inundação devido à grande vulnerabilidade das populações que se assentam diretamente sobre a margem.

Já na margem sul, a área que se encontra nas imediações do Centro, com destaque para as ocupações na extremidade sul do Canalete, apresentam-se intensamente sub-habitadas e em um cenário socialmente degradado, sofrendo constantemente com os acidentes por inundação causados pelas precipitações, embora a reduzida hidrodinâmica às margens do Saco da Mangueira lhe confira alguma proteção quanto à invasão das águas lagunares. Neste local, a população modifica constantemente a configuração da margem através de aterros ilegais feitos por iniciativa própria com lixo e entulho.

*I Congresso Brasileiro de Organização do Espaço e  
X Seminário de Pós-Graduação em Geografia da UNESP Rio Claro*

*ISBN: 978-85-88454-20-0*

*05 a 07 de outubro de 2010 – Rio Claro/SP*



Desta forma, o resultado da ineficiência diretiva dos sucessivos governos municipais em relação ao ordenamento territorial foi a segregação socioespacial e a ocupação desordenada sobre áreas inadequadas e susceptíveis aos acidentes de inundação (figura 13).

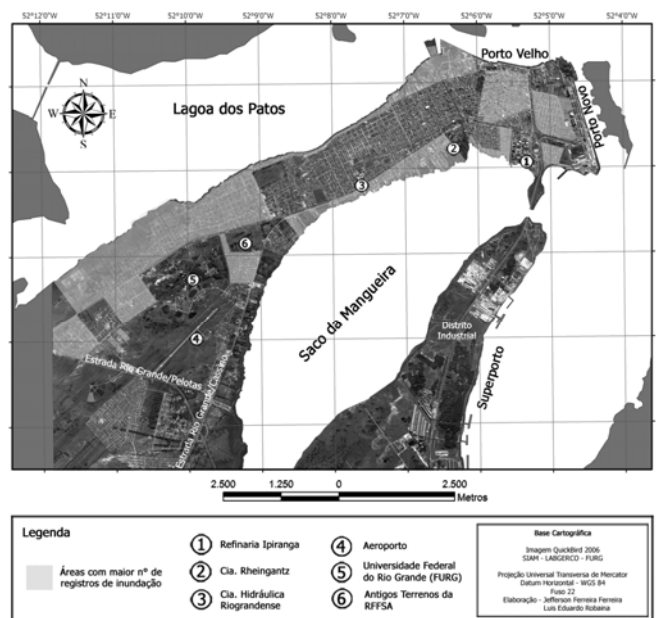


Figura 13 - Áreas com maior número de registros de inundação.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ocupação urbana na cidade de Rio Grande avançou com grandes aterros em áreas de banhados (marismas), áreas extremamente planas e com baixa capacidade de drenagem. A cidade é margeada pela Lagoa dos Patos, que é o escoadouro natural de um sistema hidrográfico que abrange mais de metade do Estado do Rio Grande do Sul e onde o clima de ventos age paralelamente ao eixo laguna controlando, juntamente com a descarga fluvial, a circulação estuarina e as trocas de águas com a região costeira adjacente. Assim, as condições naturais conferem a este sítio urbano uma alta susceptibilidade a eventos de inundações.

A forte industrialização que marca as características socioeconômicas do município se expressa por um impacto demográfico, que aliado à carência de habitações de interesse social acessíveis, gera um crescente avanço de ocupações irregulares, sem infraestrutura e muito vulneráveis a processos naturais.

A associação de susceptibilidade com vulnerabilidade faz da cidade de Rio Grande uma área de risco de inundações, identificados pelo grande número de ocorrências nos últimos 29 anos.

Desta forma, o estudo e a discussão do tema possibilitam que se estabeleçam estratégias de ações preventivas, de mitigação e de emergência integradas e mais qualificadas.

## REFERÊNCIAS

CASTELÃO, Renato Menezes; MÖLLER JR, Osmar Olinto. Sobre a Circulação Tridimensional Forçada por Ventos na Lagoa dos Patos. **Atlântica**, Rio Grande, v.2, n.25, p. 91-106, 2003.

CASTRO, Antônio Luiz Coimbra. **Glossário de Defesa Civil: Estudo de Riscos e Medicina de Desastres**. Brasília: MPO/ Departamento de Defesa Civil. 1998.

COSTA, César Serra Bonifácio; MARANGONI, Juliano César. As comunidades das marismas. In: SEELIGER, Ulrich; ODEBRECHT, Clarisse (Eds). **O Estuário da Lagoa dos Patos: Um Século de Transformações**. Rio Grande: Editora da FURG, 2010. Cap. 11, p.125-133.

DUMITH, Raquel de Carvalho. **Modificações Geomorfológicas no Suporte Geocológico do Perímetro Urbano do Município do Rio Grande (RS) como Conseqüência do Avanço de Depósitos Tecnogênicos - 1737 a 2009**. 2009. Monografia (Graduação em Geografia – Bacharelado) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2009.

ITEPA/UCPel. **Indicadores da População no Eixo Pelotas/Rio Grande (Zona Sul)**. Relatório Técnico. Pelotas: Editora UCPel, 2002.

KJERFVE, Bjorn. Comparative oceanography of coastal lagoons. In: WOLFE, Douglas A. (Ed.). **Estuarine Variability**. New York: Academic Press, 1986. Cap. 3, p. 63-81.

MARTINS, Solismar Fraga. **Rio Grande: Industrialização e Urbanidade (1873-1990)**. Rio Grande: Editora da FURG, 2006.

MARTINS, Solismar Fraga; PIMENTA, Margareth Afeche. A Constituição Espacial de Uma Cidade Portuária Através dos Ciclos Produtivos Industriais – O Caso do Município do Rio Grande (1874-1970). **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, São Paulo, v.6, n.1, p. 85-100, 2004.

MÖLLER, Osmar; FERNANDES, Elisa. Hidrologia e hidrodinâmica. In: SEELIGER, Ulrich; ODEBRECHT, Clarisse (Eds). **O Estuário da Lagoa dos Patos: Um Século de Transformações**. Rio Grande: Editora FURG, 2010. Cap. 2, p.17-27.

RECKZIEGEL, Bernadete Weber. **Levantamento dos Desastres Naturais no Rio Grande do Sul entre 1980 e 2005**. 2007. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

*I Congresso Brasileiro de Organização do Espaço e X Seminário de Pós-Graduação em Geografia da UNESP Rio Claro*

ISBN: 978-85-88454-20-0

05 a 07 de outubro de 2010 – Rio Claro/SP

RIO GRANDE, Prefeitura Municipal. **Plano Ambiental Municipal de Rio Grande**. Rio Grande, 2007.

SALVATORI, Elena; HABIAGA, Lydia A.; THORMANN, Maria do Carmo. Crescimento Horizontal da Cidade do Rio Grande. In: **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro, v.51, n.1, p. 27-71, 1989.

VIEIRA, Eurípedes Falcão; RANGEL, Susana Regina Salum. **Planície Costeira do Rio Grande do Sul: Geografia Física, Vegetação e Dinâmica Sócio-Demográfica**. Porto Alegre: Editora SAGRA, 1988.

VIEIRA, Marcelo Milano Falcão, VIEIRA, Eurípedes Falcão. Geoestratégia dos Espaços Econômicos – Transformação e Poder no Sítio Portuário de Rio Grande. **o&s**, Salvador, v.7, n.19, p. 109-122, 2000.





## **ANEXO IV – HIDROGRAMAS DE PROJETO – SUB-BACIAS – CENÁRIO ATUAL E PLANO DE CONTINGÊNCIA/OPERACIONAL DE ENCHENTES DO MUNICÍPIO DO RIO GRANDE**



CD

- Hidrogramas de Projeto – Sub-bacias – Cenário Atual
- Plano de Contingência/Operacional de Enchentes do Município do Rio Grande