

**ERIKA COLLISCHONN**

**INUNDAÇÕES EM VENÂNCIO AIRES/RS: INTERAÇÕES ENTRE AS  
DINÂMICAS NATURAL E SOCIAL NA FORMAÇÃO DE RISCOS  
SOCIOAMBIENTAIS URBANOS**

**Florianópolis/SC, março de 2009.**

**Universidade Federal de Santa Catarina  
Centro de Filosofia e Ciências Humanas  
Programa de Pós-Graduação em Geografia**

**Erika Collischonn**

**INUNDAÇÕES EM VENÂNCIO AIRES/RS: INTERAÇÕES ENTRE AS DINÂMICAS  
NATURAL E SOCIAL NA FORMAÇÃO DE RISCOS SOCIOAMBIENTAIS  
URBANOS**

**Orientador: Prof. Dr<sup>a</sup> Maria Lúcia de Paula Herrmann  
Co-orientador: Prof. Dr Francisco de Assis Mendonça**

**TESE DE DOUTORADO**

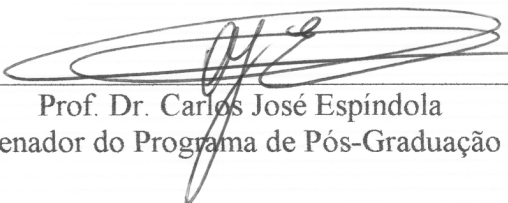
Área de concentração: Utilização e Conservação de Recursos Naturais

Florianópolis/SC, março de 2009.


**Inundações em Venâncio Aires: interações entre as dinâmicas natural e social na formação de riscos socioambientais urbanos.**

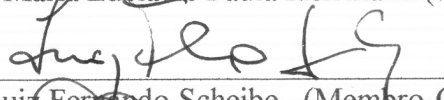
**Erika Collischonn**

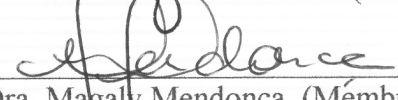
*Tese submetida ao Curso de Doutorado em Geografia, área de concentração, Utilização e Conservação de Recursos Naturais, do Programa de Pós-Graduação em Geografia do Centro de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Santa Catarina, em cumprimento aos requisitos necessários à obtenção do grau acadêmico de Doutora em Geografia.*

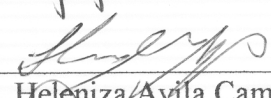
  
Prof. Dr. Carlos José Espíndola  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Geografia

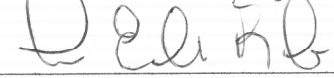
APROVADA PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM: 27/03/2009

  
Dra. Maria Lucia de Paula Herrmann (Presidente e Orientadora-GCN/UFSC)

  
Dr. Luiz Fernando Scheibe (Membro-GCN/UFSC)

  
Dra. Magaly Mendonça (Membro-GCN/UFSC)

  
Dra. Heleniza Avila Campos (Membro-UNISC/RS)

  
Dr. Luis Eduardo de Souza Robaina (Membro-UFSM/RS)

Florianópolis - 2009

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de manifestar meu reconhecimento e minha gratidão a todas aquelas pessoas e instituições que, direta e indiretamente, me auxiliaram na construção dessa tese, e em especial:

À professora Maria Lúcia de Paula Herrmann pelo apoio, pela generosa orientação, e pelo permanente estímulo ao meu desenvolvimento intelectual e profissional;

Ao professor Francisco de Assis Mendonça, por ter dito ou enviado por e-mail ou correio a palavra certa em momentos chave dessa trajetória.

Aos demais professores do Programa Pós-Graduação em Geografia da UFSC pelos momentos de debate e de aprendizagem acadêmica ao longo do curso de Doutorado;

À Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC - pelo apoio institucional concedido possibilitando minha dispensa das atividades profissionais acadêmicas durante o período do Doutorado, afastamento que me permitiu participar de muitos cursos extra-curriculares e seminários com o objetivo de aprofundar a aprendizagem em metodologias e técnicas que até então eu conhecia somente como possibilidade. Ter tempo para queimar as pestanas certamente foi o grande trunfo desses anos de doutorado;

À colega de doutorado Adriana Dorfman, a oportunidade da troca de idéias e companhia nas idas e vindas a Florianópolis e pela amizade sincera;

Ao Núcleo de Cultura de Venâncio Aires, em especial a historiadora Angelita da Rosa, por permitir a consulta aos arquivos de mapas e jornais no Museu de Venâncio Aires e pelo acompanhamento na realização de entrevistas;

Aos senhores Amarino da Silva, Fredolino Assmann (in memoriam) e Arthur Finkler por terem partilhado comigo um chimarrão e suas memórias;

À Prefeitura Municipal de Venâncio Aires, em especial à arquiteta Sandra Hickmann Sperb da Secretaria de Planejamento, pela parceria em projetos que me permitiram conhecer melhor a realidade de Venâncio Aires.

Ao colega Alexandre Rauber, do Laboratório de Geoprocessamento da UNISC, pela lealdade no trabalho continuado e partilhado que acabou dando suporte a esta Tese.

Ao meu cunhado Ricardo que se dispôs a ler meus escritos e reorganizou meu cronograma quando me faltou o ímpeto. Ao meu irmão Bruno pelo auxílio com os dados TRMM. Aos meus pais Karin e Wolfgang pelos pilares da estrutura cognitiva e espiritual e pelo carinho, sempre;

Às amigas Edna Lindaura Luiz e Silvia Saito pelas sugestões, críticas e apoio na construção dessa tese.

Aos colegas da UNISC, especialmente, Marcelino Hoppe, Rogério Silveira e Olgário Vogt pela cedência de material de apoio na construção dessa tese;

Ao aluno do curso de Geografia da UNISC, Cristiano Henrique Stoelben, pelo inestimável auxílio na coleta e organização de dados primários e secundários, bem como, aos demais acadêmicos que trabalharam no Recadastramento da Prefeitura Municipal de Venâncio Aires; e

Por fim, agradeço especialmente ao Renato pelo amor, carinho e perseverança, suporte indispensável à realização desse trabalho.

## RESUMO

Esta tese busca apreender os fatores que contribuem na construção do risco a eventos pluviais intensos numa cidade de pequeno porte. Realiza-se estudo aplicado na Bacia do Arroio Castelhana com ênfase na cidade de Venâncio Aires, localizada na porção centro-oriental do estado do Rio Grande do Sul. Das proposições teóricas de Mendonça (2004) e Pigeon (2005) estabeleceu-se que, para compreender as inundações e seus impactos numa cidade, além de avaliar fatores como localização, distâncias, mudanças nas condições ecológicas associadas às características demográficas do ambiente construído, é preciso investigar a história de sua produção, o modelo de desenvolvimento urbano e os padrões internos de diferenciação social na cidade. A análise procurou decifrar as dinâmicas natural e social presentes na materialidade dos espaços da bacia e da cidade. A identificação dessa presença foi registrada através do uso de diversas ferramentas relacionadas às geotecnologias e apresentada em diferentes planos de informação. Além da leitura e do cruzamento de planos de informação, a tese busca avançar nas reflexões sobre as interações possíveis entre estes planos e sobre as diferenciações ocorridas no processo de transformação espacial. O recorte temporal se apresentou em duas dimensões escalares: uma mais genérica, que se estende aos primórdios da povoação ainda no século XIX; outra, de avaliação mais detalhada, conduzida a partir da década de 1970. Observaram-se em mapas, fotografias aéreas e no terreno que a dinâmica natural do Arroio Castelhana e de seus afluentes está marcada na paisagem pela forma original de seus cursos fluviais. Esta forma, porém, foi alterada pela dinâmica social; os cursos de água foram encurtados e mudaram de posição, conseqüentemente, a alteração na dinâmica fluvial. A partir da década de 1970 se intensificaram as intervenções na organização do espaço estudado. A drenagem das várzeas propiciou o aumento das áreas agricultáveis, no entanto, implicou na necessidade de desobstrução permanente do canal fluvial a jusante. A urbanização e a intensificação do uso da terra que a acompanharam, também alteram o processo físico de escoamento superficial. Registrou-se por mapeamento a ampliação da ocupação urbana sobre a planície de inundação. Também foi constatado um tratamento desigual quanto à regulamentação urbanística para ocupação de áreas inundáveis, na comparação com a desigualdade socioambiental constatada pela espacialização dos dados do Censo 2000 do IBGE, agregados por setor censitário. A tese resgatou ainda a interferência humana sobre os cursos de água urbanos ao longo do tempo e os caminhos naturais da água superficial que foram desaparecendo sob a cidade. Os resultados, por um lado, demonstram o potencial da "Espacialização-periodização" como apoio ao desenvolvimento de estudos integrados do problema das inundações em pequenas cidades, pois ajudam a identificar as variáveis que criam risco e, por outro, levantam questões fundamentais sobre o futuro das pequenas cidades.

## ABSTRACT

The aim of this study is to understand how factors related to natural and social dynamics contribute to the construction of risk to intense rainfall events in a small city. The applied study was carried out in the Basin of the Castelhana River with emphasis in the city of Venâncio Aires, located in the central portion of Rio Grande do Sul State. Using the theoretical propositions of Mendonça (2004) and Pigeon (2005) it was established that to understand the flooding and its impacts in a city, factors such location, distance, changes in ecological conditions associated with the demographic characteristics of building are not sufficient, it must investigate the history of its production, the model of urban development and the internal standards of social differentiation in the city. The principal objective was to decipher the natural dynamics and the dynamic social one in the materiality of this space to understand the environmental problem of floods. The identification of the materiality was recorded through the use of several tools related to geotechnologies and the information was presented in different layers. Besides reading and overlapping the information layers, the research advanced in reflections on the possible interactions between these layers and on the differences arising in the process of transformation space. The urban evolution was analyzed in two temporal dimensions: the first more generic, which stretches out to the origins of the village still in the century XIX; the other one, of more detailed evaluation from 1970 decade, revealed the human interventions intensified in the space organization. It was possible to observe on maps, aerial photographs and terrain that the natural dynamics of the Arroio Castelhana and its tributaries is marked in the landscape. The form, however, was modified by social dynamics, the water courses were shortened and changed depth and width in many points, and therefore the dynamics of the rivers are changed too. The drainage of wetlands provided the increase in agricultural areas; however, it implied the need for permanent clearing of the river channel downstream to avoid the floods. It was registered through maps the enlargement of the urban occupation on the flood plain and noted a differentiated treatment by town planning regulations for risk areas, in the comparison with inequality socioambiental characteristics. The investigation recovered still all the ancient natural ways of surface water which disappeared under the city and the history of human interference on these. The results demonstrate that, on one hand, the potential of the “Espacialização-Periodização” method to support the development of integrated urban flood risk studies, as they can identify the forcing variables and infrastructure components that have the most influence upon flood risk and secondly, raise fundamental questions about the future of small city.

## RESUMÉE

Le but de cette étude est de comprendre comment les facteurs liés aux dynamiques naturel et sociale contribuent à la construction d'un risque aux événements de précipitations intenses dans une petite ville. L'étude appliquée est mise en œuvre dans le bassin de Arroio Castelhana en se concentrant sur la ville de Venâncio Aires, situé dans le centre-est de l'Etat de Rio Grande do Sul. L'objectif principal était de déchiffrer la dynamique naturelle et la dynamique sociale dans ce secteur en interprétant des matérialisations territoriales actuelles du risque des inondations. Pour comprendre les inondations et ses impacts il n'est pas suffisant d'étudier des facteurs tels que l'emplacement, les distances, les changements dans les conditions écologiques associées aux caractéristiques démographiques de la ville; il est nécessaire de souligner l'importance des interactions, en comprenant l'histoire d'évolution de la ville, le modèle de développement urbain et des normes internes de différenciation sociale urbaine. De l'examen initial de l'objet d'étude et de la systématisation des connaissances précédentes sur Venâncio Aires, on a organisé un itinéraire méthodologique à suivre pour la production de base de données et de documents pour le développement de la recherche. La interprétation est construite à partir de la périodisation et spatialisation et la méthode comparative a été utilisée dans presque toutes les études et les interprétations. L'évolution urbaine a été analysée dans deux dimensions temporelles: le premier plus générique, ce qui s'étend aux origines du village toujours au siècle XIX; l'autre, de l'évaluation plus détaillée conduite à partir de la décennie de 1970, parce que, à partir de cette décennie en avant les interventions humaines dans l'organisation spatiale s'intensifient. Il a été remarqué qu'au départ les modifications dans le cours de la rivière Castelhana étaient définies par la dynamique naturelle, mais après, l'urbanisation et la densification d'utilisation des terres qui l'a accompagnée, ont anthropisé les sites utilisés par conséquent, aujourd'hui les processus physiques d'écoulement changent au moment où ils interagissent avec ce peuplement humain. Les travaux de correction le long des rivières Castelhana et Grande, ont abrégé ses courses et ont augmenté ses profondeurs dans beaucoup d'endroits, par conséquent, la dynamique fluviale a aussi changé. Le drainage des zones humides a fourni l'augmentation des régions agricoles, pourtant, a créé la nécessité d'une compensation permanente de la chaîne en aval de la rivière pour éviter les inondations. On a enregistré au moyen de cartes l'élargissement de l'occupation urbaine dans la plaine d'inondation et de la différence de traitement réglementaire donné aux zones urbaines en risques d'inondation, en comparaison avec les inégalités sociales trouvées. On a également reconstitué les chemins naturels de l'eau qui ont disparu sous la ville et l'intervention humaine sur les mêmes au fil du temps. Les résultats, en premier lieu, démontrent le potentiel du raisonnement géographique sur les risques qui cherche à identifier, à formaliser et à représenter, et à représenter, à partir du terrain étudié, les interactions, partielles, entre des facteurs multiples, préparant les formes d'endommagement et, à l'autre, soulèvent des questions fondamentales sur l'avenir de la ville.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1	Venâncio Aires – localização e situação	22
FIGURA 2	Bacia hidrográfica do arroio Castelhana - Bloco diagrama	23
FIGURA 3	Bacia hidrográfica do arroio Castelhana – Divisão político-administrativa – 2008	24
FIGURA 4	Processo de inundação e suas marcas na paisagem	36
FIGURA 5	Fluxograma da organização e análise de dados relacionados dinâmica natural	52
FIGURA 6	Fluxograma da organização e análise de dados relacionados às intervenções humanas na escala da Bacia do Arroio Castelhana	53
FIGURA 7	Fluxograma da organização e análise de dados relacionados às intervenções humanas na cidade de Venâncio Aires	53
FIGURA 8	Fluxograma da organização e análise de situações de interação – quando as inundações acontecem	55
FIGURA 9	Bacia do Arroio Castelhana - Situação	57
FIGURA 10	Bacia do Arroio Castelhana – Divisão em sub-bacias	60
FIGURA 11	Bacia do arroio Castelhana - Hipsometria	66
FIGURA 12	Distribuição do número de células ( <i>pixels</i> ) por classes de altitude	67
FIGURA 13	Bacia do arroio Castelhana - Distribuição de classes de declividade	68
FIGURA 14	Arroio Castelhana - Perfil longitudinal da nascente a foz	69
FIGURA 15	Bacia do Arroio Castelhana - Geologia	78
FIGURA 16	Formação Santa Maria - estrada entre Arroio Grande e Monte Alverne	79
FIGURA 17	Bacia do Arroio Castelhana - Geomorfologia	82
FIGURA 18	Bacia do Arroio Castelhana - Solos	83
FIGURA 19	Nascente de afluente do arroio Castelhana na Unidade Planalto dos Campos Gerais destacando remanescente de araucária	84
FIGURA 20	Vale encaixado do Arroio Isabela, afluente do Arroio Grande I	86
FIGURA 21	Vista panorâmica da Unidade Serra Geral com Litossolo das áreas de alta declividade em primeiro plano	87
FIGURA 22	Distrito de Monte Alverne - Movimento de massa (1974)	88
FIGURA 23	Vale do Arroio Isabela - Movimento de massa (2003)	88
FIGURA 24	Arroio Castelhana no seu nível normal na Serra Geral	89

FIGURA 25	Arroio Castelhana em situação de enchente na Serra Geral	89
FIGURA 26	Arroio Castelhana - Erosão das margens e assoreamento do canal	93
FIGURA 27	Monte Alverne - Vista da área urbana junto ao Arroio Castelhana, com os Patamares da Serra Geral ao fundo – 2004	93
FIGURA 28	Monte Alverne – ruas cobertas por detritos após inundação-1974	94
FIGURA 29	Monte Alverne - Moradores limpam a rua principal após inundação -2003	94
FIGURA 30	Arroio Castelhana - Destruição da ponte e aterro - 2003	95
FIGURA 31	Arroio Grande I - Destruição da ponte e aterro -2003	95
FIGURA 32	Localidade de Arroio Grande -Inundação arrasta o alambrado de campo de futebol – 2003	96
FIGURA 33	Principais centros de ação da dinâmica atmosférica da América do Sul	99
FIGURA 34	Santa Cruz do Sul (INMET) - Precipitação mensal média, mínima e máxima para o período de 1914 – 1968	106
FIGURA 35	Venâncio Aires (Vila Mariante, Dprec) - Precipitação mensal média, mínima e máxima para o período de 1972 – 1981	107
FIGURA 36	Santa Cruz do Sul (Pioneer Sementes) - Precipitação mensal média mínima e máxima para o período de 1978 – 2005	108
FIGURA 37	Variação do Índice de Oscilação Sul entre 1920 e 2003	110
FIGURA 38	Bacia do Arroio Castelhana – Distribuição da Densidade Demográfica – 2000	125
FIGURA 39	Bacia do Arroio Castelhana – Classes de uso e ocupação da terra – 2006	127
FIGURA 40	Município de Venâncio Aires - procedênciam da produção de lenha -1990 a 2005	131
FIGURA 41	Arroio Grande I - Várzea com cultivo cíclico, setembro de 2007	134
FIGURA 42	Cultivo de fumo até a margem do arroio Castelhana durante enchente em outubro de 2005	135
FIGURA 43	Venâncio Aires - Evolução da área plantada de culturas permanente e temporárias - 1990 a 2006	136
FIGURA 44	Venâncio Aires - Uso das terras - 1970 e 1996	137
FIGURA 45	Planície aluvial do arroio Castelhana – ocupação da terra na área de expansão urbana de Venâncio Aires	140
FIGURA 46	Arroio Castelhana no início do seu baixo curso e áreas adjacentes	142

FIGURA 47	Arroio Grande após o Saneamento Agrícola -1987	144
FIGURA 48	Arroio Castelhana retificado pelo Provárzeas -1987	145
FIGURA 49	Várzeas dos arroios Castelhana e Grande I – ocupação e hidrografia atual	146
FIGURA 50	Mudanças na hidrografia ao norte da área urbana de Venâncio Aires (1975-2003)	150
FIGURA 51	Arroio Castelhana - máquina construindo um novo leito em janeiro – 1983	152
FIGURA 52	Arroio Castelhana - Braço artificial em fase adiantada de construção – 1984	152
FIGURA 53	Arroio Castelhana - capturas de meandros produzidas pela ação humana. Ao fundo o Bairro Battisti em plena planície de inundação	154
FIGURA 54	Arroio Castelhana fora do leito menor no dia 26/01/2007	156
FIGURA 55	Mudanças na escala da Bacia do Castelhana – Croqui esquemático	159
FIGURA 56	Venâncio Aires – sítio do núcleo inicial da cidade – 1883	165
FIGURA 57	Praça Thomaz José Pereira Júnior em 1935	170
FIGURA 58	Praça Thomaz José Pereira Júnior na década de 1940	172
FIGURA 59	Venâncio Aires – Total de estabelecimentos por ramo industrial – 1970	177
FIGURA 60	Cidade de Venâncio Aires na década de 1960	179
FIGURA 61	Venâncio Aires - Croqui mostrando os cursos d'água urbanos ainda não canalizados - década de 1960	185
FIGURA 62	Venâncio Aires - Áreas de sub-habitação - 1982	191
FIGURA 63	Loteamento 7 de Setembro (Vila Battisti) na planície de inundação do Arroio Castelhana	192
FIGURA 64	Cidade de Venâncio Aires – com localização das ZEIS e de anel viário proposto em 2006	198
FIGURA 65	Fluxograma para mapeamento da evolução do arruamento em Venâncio Aires sobre as Bacias hidrográficas	199
FIGURA 66	Venâncio Aires - Bacias hidrográficas da área urbana	201
FIGURA 67	Venâncio Aires - Projeto das ruas sobre mapa de bacias hidrográficas – 1883	205
FIGURA 68	Venâncio Aires - Planta urbana sobre mapa de bacias hidrográficas – 1941	206
FIGURA 69	Venâncio Aires – Plano urbano sobre mapa de bacias hidrográficas – 1952	207
FIGURA 70	Venâncio Aires – Planta urbana sobre mapa de bacias hidrográficas – 1965	208

FIGURA 71	Venâncio Aires – Planta urbana sobre mapa de bacias hidrográficas – 1984	209
FIGURA 72	Venâncio Aires - Planta urbana sobre mapa de bacias hidrográficas – 2003	210
FIGURA 73	Venâncio Aires - Setores censitários da área urbana – 2000	213
FIGURA 74	Venâncio Aires - Bairros sobrepostos aos setores censitários	214
FIGURA 75	Setores censitários do IBGE -2000 sobrepostos às bacias hidrográficas	216
FIGURA 76	Venâncio Aires - Distribuição e tipologia dos domicílios urbanos – 2000	218
FIGURA 77	Venâncio Aires - Distribuição dos domicílios quanto a condição de ocupação - 2000	219
FIGURA 78	Venâncio Aires - Distribuição percentual dos domicílios sem banheiro – 2000	221
FIGURA 79	Venâncio Aires – Distribuição percentual dos domicílios com esgotamento sanitário do tipo fossa séptica – 2000	222
FIGURA 80	Venâncio Aires – Distribuição percentual dos domicílios com esgotamento sanitário ligado na rede de esgoto – 2000	223
FIGURA 81	Venâncio Aires - distribuição percentual das crianças (0 a 14 anos) na população – 2000	225
FIGURA 82	Venâncio Aires - Distribuição percentual de idosos (60 anos ou mais) na população – 2000	226
FIGURA 83	Venâncio Aires - Distribuição do índice de dependência – 2000	227
FIGURA 84	Venâncio Aires - Distribuição percentual dos chefes de domicílio com meio salário mínimo ou menos - 2000	228
FIGURA 85	Venâncio Aires - Distribuição percentual dos chefes de domicílio com renda de 1 a 3 Salários Mínimos -2000	229
FIGURA 86	Venâncio Aires - Distribuição percentual dos chefes de domicílio com renda de 15 Salários Mínimos ou mais - 2000	230
FIGURA 87	Venâncio Aires - Distribuição percentual dos homens chefes de domicílio – 2000	231
FIGURA 88	Venâncio Aires - Distribuição percentual das mulheres chefes de domicílio por setor censitário - 2000	232
FIGURA 89	Venâncio Aires - Distribuição da média de anos de estudo dos chefes de domicílio - 2000	233
FIGURA 90	Venâncio Aires Planta urbana em 1883	236
FIGURA 91	Venâncio Aires - Planta Urbana em 1941	238
FIGURA 92	Venâncio Aires - Planta urbana como a identificação de área sujeita a inundação ribeirinha – 1982	241

FIGURA 93	Venâncio Aires – áreas incorporadas ao perímetro urbano de 1950 a 2000	250
FIGURA 94	Ocorrências de eventos de chuva concentrada por mês de 1977 à 2005 - Posto meteorológico Pioneer Sementes	257
FIGURA 95	Distribuição dos eventos de chuva concentrada e de notícias sobre inundação pelo arroio Castelhana ou alagamento, no jornal Folha do Mate entre 1978 e 2005	259
FIGURA 96	Venâncio Aires – Áreas inundadas segundo registros da imprensa entre 1973 e 2007	262
FIGURA 97	Carta sinótica de 7/07/2003 0h TMG	265
FIGURA 98	Carta sinótica de 9/07/2003 0h TMG	266
FIGURA 99	Carta sinótica de 9/07/2003 12h TMG	267
FIGURA 100	Trajectoria do Jato Subtropical e do Jato de Baixos Níveis em períodos de grande atividade convectiva	270
FIGURA 101	Células obtidas do satélite TRMM que cobrem a bacia do Castelhana	271
FIGURA 102	Distribuição da precipitação entre as 13h30min e as 16h30min do dia 8/07/2003 segundo estimativas TRMM na área em que se localiza a Bacia do Castelhana.	272
FIGURA 103	Rua do Bairro União inundada em 9/07/2003	273
FIGURA 104	Rua do Bairro Centro inundada em 9/07/2003	274
FIGURA 105	Consulta espacial - Polígono da inundação de 2003 x Lotes urbanos	275
FIGURA 106	Consulta espacial - Polígono da inundação de 2003 x Edificações urbanas	276
FIGURA 107	Consulta espacial - Polígono da inundação de 2003 X Setores Censitários 2000	277
FIGURA 108	Consulta espacial - Polígono da inundação de 1941 x Lotes urbanos em 2005	279
FIGURA 109	Consulta espacial - Polígono da inundação de 1941 x Edificações urbanas em 2005	280
FIGURA 110	Consulta espacial - Polígono da inundação de 1941 x Setores Censitários 2000	280

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Perímetro, Área e Índice de Circularidade das sub-bacias que contribuem para a vazão do arroio Castelhana	63
TABELA 2	Comprimento, área e fator de forma (Kf) da bacia do arroio Castelhana e sub-bacias	65
TABELA 3	Número médio mensal de dias de chuva, número mínimo mensal e número máximo mensal de dias de chuva em Santa Cruz do Sul (1914 – 1968)	105
TABELA 4	Venância Aires/RS - Estabelecimentos agropecuários segundo os grupos de área total (ha) - 1995	124
TABELA 5	Venância Aires – Pessoal ocupado e Valor da produção e da transformação industrial por gêneros industriais – 1970	178
TABELA 6	Distribuição dos setores censitários, domicílios e habitantes por bacia hidrográfica urbana – 2000	217

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1	Correspondência entre Bairros e Setores Censitários em Venância Aires.	215
QUADRO 2	Venância Aires - Definição da Macrozona de Preservação Ambiental	247
QUADRO 3	Estações ou postos Meteorológicos de referência para o estudo	254

## LISTA DE EQUAÇÕES

EQUAÇÃO 1	Índice de Circularidade	62
EQUAÇÃO 2	Fator de forma	64
EQUAÇÃO 3	Largura média da bacia	64
EQUAÇÃO 4	Coeficiente de forma	65

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ASCAR** - Associação Sulina de Crédito e Assistência Rural
- BNH** - Banco Nacional de Habitação
- CAI** – Complexo Agroindustrial
- CEMAPA** - Central de Comandos Mecanizados de Apoio a Agricultura
- CORSAN** - Companhia Riograndese de Saneamento
- CPRM** – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais ou Serviço Geológico do Brasil.
- DAER** – Departamento Estadual de Estradas e Rodagens
- DNOS** – Departamento Nacional de Obras e Saneamento
- EMATER**- Associação Riograndense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural
- ENOS** - El Niño Oscilação Sul
- FEE**- Fundação de Economia e Estatística do Estado do Rio Grande do Sul
- IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- INMET** – Instituto Nacional de Meteorologia
- IDRISI** - Tipo de Sistema de Gerenciamento de Informações Geográficas
- IPEA** – Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas
- IPTU** – Imposto Predial e Territorial Urbano
- MDE** ou **MNT** – Modelo Digital de Elevação ou Modelo Numérico de Terreno
- NUCVA** – Núcleo de Cultura de Venâncio Aires
- ODP** – Oscilação Decadal do Pacífico
- OMM** – Organização Meteorológica Mundial
- PMVA** - Prefeitura Municipal de Venâncio Aires
- PROVÁRZEAS** – Programa Nacional de Aproveitamento Racional de Várzeas Irrigáveis
- SERFHAU** - Serviço Federal de Habitação e Urbanismo
- SFH** - Sistema Financeiro da Habitação
- SIG** – Sistema de Informações Geográficas
- SIMEPAR**- Sistema Meteorológico do Paraná
- SM** – Secretaria Municipal
- TMG** – Tempo Médio de Greenwich
- TRMM** - Tropical Rainfall Measuring Mission
- UNISC** – Universidade de Santa Cruz do Sul
- ZEIS** – Zona Especial de Interesse Social

# SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b>	19
<b>1 A DIMENSÃO TEÓRICA E METODOLÓGICA</b>	29
<b>1.1 A DINÂMICA NATURAL</b>	30
1.1.1 Dinâmica Atmosférica	33
1.1.2 Dinâmica hidrológica e sua expressão espacial	34
<b>1.2 DINÂMICA SOCIAL URBANA</b>	40
1.2.1 Dinâmica social	40
1.2.2 O urbano e a cidade	43
<b>1.3 A PERSPECTIVA INTERATIVA E INTEGRATIVA</b>	47
<b>1.4 ROTEIRO METODOLÓGICO</b>	51
<b>2 AS CONDICIONANTES NATURAIS DAS INUNDAÇÕES</b>	56
<b>2.1 CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DA BACIA DO CASTELHANO</b>	57
2.1.1 Área, perímetro e comprimento da Bacia	58
2.1.2 Sub-bacias e suas áreas de contribuição	59
2.1.3 Forma da Bacia do Castelhanos e de suas sub-bacias	61
2.1.3.1 Índice de circularidade e coeficiente de compacidade	62
2.1.3.2 Fator de forma	64
2.1.4 Topografia da bacia do Castelhanos	65
2.1.5 Declividade da bacia do Castelhanos	67
2.1.6 Perfil do rio principal e tempo de concentração	69
2.1.7 Hierarquia da rede fluvial	71
2.1.8 Simulação do escoamento superficial	72
<b>2.2 CARACTERÍSTICAS MORFOGRÁFICAS DA BACIA DO CASTELHANO</b>	74
2.2.1 Fatores estruturais e a macrocompartimentação do relevo da Bacia	75
2.2.2 Características geológico-estruturais dos terrenos da Bacia	77
2.2.3 Fatores esculturais e classificação de unidades	81
2.2.4 Unidades geomorfológicas da bacia do Castelhanos	84
2.2.4.1 Unidade geomorfológica Planalto dos Campos Gerais	84
2.2.4.2 Unidade geomorfológica Serra Geral	86
2.2.4.3 Unidade geomorfológica Patamares da Serra Geral	90
2.2.4.4 Unidade geomorfológica Depressão do rio Jacuí	91
2.2.4.5 Unidade geomorfológica Planície Alúvio-Coluvionar	92
<b>2.3 A GÊNESE DAS CHUVAS EM EPISÓDIOS DE ENCHENTES</b>	97
2.3.1 Sistemas atmosféricos relacionados à ocorrência de chuva no Rio Grande do Sul	98
2.3.2 Características da pluviometria na área em estudo	104
2.3.3 Anomalias globais no comportamento atmosférico e anomalias de precipitação	108



2.3.4 Eventos pluviiais históricos na área em estudo	114
2.4 SINOPSE DO CAPÍTULO	117
<b>3 DINÂMICA SOCIAL À ESCALA DA BACIA</b>	120
<b>3.1 MUDANÇAS NO USO E NA COBERTURA DA TERRA NA BACIA DO ARROIO CASTELHANO</b>	121
3.1.1 Povoamento da bacia do Castelhanao	122
3.1.2 O uso e a cobertura da terra	126
3.1.2.1 A cobertura potencial da terra	128
3.1.2.2 Usos incorporados à Bacia e mudanças fitofisionômicas e ecológicas	129
<b>3.2 USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NA ÁREA DE EXPANSÃO URBANA SOBRE A PLANÍCIE ALUVIAL DO ARROIO CASTELHANO</b>	138
3.2.1 Padrões de uso da terra	137
3.2.2 Classes de uso da terra e de cobertura da terra	139
<b>3.3 MUDANÇAS OCORRIDAS DIRETAMENTE NOS CANAIS FLUVIAIS</b>	141
3.3.1 Intervenções no curso do Castelhanao e de seus afluentes	141
3.3.1.1 Alterações devidas ao Projeto PROVÁRZES na hidrografia dos arroios Castelhanao e Grande I	143
3.3.1.2 Alterações na hidrografia do arroio Castelhanao pela ação do governo local, em parceria com o DNOS	147
<b>3.4 SINOPSE DO CAPÍTULO</b>	157
<b>4 DINÂMICA SOCIAL E INUNDAÇÕES NO CONTEXTO INTRAURBANO</b>	160
<b>4.1 URBANIZAÇÃO E OCUPAÇÃO DE ÁREAS DE INUNDAÇÃO</b>	163
4.1.1 Primeiro período – do povoado à vila	164
4.1.2 Segundo período – A consolidação do núcleo urbano	169
4.1.3 Terceiro período – da urbanização corporativa	180
4.1.3.1 Infra-estrutura viária	182
4.1.3.2 Obras de saneamento	184
4.1.3.3 Industrialização ampliada	188
4.1.3.4 Déficit habitacional crescente	189
<b>4.2 URBANIZAÇÃO E OCUPAÇÃO DE SUB-BACIAS</b>	199
4.2.1 Definição das sub-bacias hidrográficas na área urbana de Venâncio Aires	200
4.2.2 Ocupação das sub-bacias urbanas	202
<b>4.3 DIFERENCIAÇÃO SÓCIO-HABITACIONAL NO ESPAÇO URBANO</b>	211
4.3.1 O arranjo das unidades territoriais intraurbanas	212
4.3.2 Caracterização intraurbana	217
4.3.2.1 Caracterização dos domicílios	217
4.3.2.2 Caracterização dos habitantes por faixa etária	224
4.3.2.3 Caracterização dos chefes de família	227
4.3.3 A configuração sócio-econômica intraurbana	233

<b>4.4 INUNDAÇÕES E AS DIRETRIZES DE PLANEJAMENTO URBANO</b>	235
4.4.1 A preocupação com pequenos cursos d'água	235
4.4.2 Com a enchente de 1941, o arroio Castelhana entra em cena	237
4.4.3 Planos diretores no período de aceleração da expansão urbana	239
4.4.4 O plano diretor pós-Estatuto da Cidade	243
<b>4.5 SINOPSE DO CAPÍTULO</b>	249
<b>5 ELEMENTOS PARA O DIMENSIONAMENTO DO RISCO ÀS INUNDAÇÕES</b>	253
<b>5.1 EVENTOS PLUVIOMÉTRICOS INTENSOS EM 24 HORAS E INUNDAÇÕES</b>	254
5.1.1 Eventos pluviométricos intensos em 24 horas e registros de inundações na imprensa	255
5.1.2 Indicativos de áreas com risco de inundações a partir dos registros na imprensa	260
5.1.3 Episódio pluvial intenso de 8 de julho de 2003 na bacia do arroio Castelhana, RS	263
5.1.3.1 Circulação atmosférica regional	264
5.1.3.2 A distribuição da precipitação por estimativa	271
5.1.3.3 Áreas e imóveis atingidos pela inundação	274
<b>5.2 A INUNDAÇÃO REFERÊNCIA E SUAS POSSÍVEIS CONSEQUÊNCIAS ATUAIS</b>	277
<b>5.3 AS CONDICIONANTES DO RISCO DE INUNDAÇÕES EM VENÂNCIO AIRES</b>	281
<b>5.3 SINOPSE DO CAPÍTULO</b>	286
<b>CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	288
<b>REFERÊNCIAS</b>	295
<b>ANEXOS</b>	
<b>1- DISPONIBILIDADES E DEMANDAS DE ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO CASTELHANO</b>	314
<b>2- PRECIPITAÇÃO SUPERIOR OU PRÓXIMA A 50mm ESTAÇÃO METEOROLÓGICA PIONEER SEMENTES SANTA CRUZ DO SUL DE AGOSTO 1977 À DEZEMBRO1993</b>	317
<b>3 - HISTÓRICO DOS EPISÓDIOS DE EPISÓDIOS PLUVIAIS INTENSOS CAUSADORES DE IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS EM VENÂNCIO AIRES - REGISTROS NO JORNAL FOLHA DO MATE A PARTIR DE 1972</b>	319
<b>4 - ORGANIZAÇÃO DOS DADOS DO CADASTRO IMOBILIÁRIOS EM PLANOS DE INFORMAÇÃO DE UM BANCO DE DADOS GEOGRÁFICO</b>	325

## INTRODUÇÃO

No mundo atual, em que se registra grande avanço tecnológico e de conhecimento dos processos da natureza, as sociedades ainda permanecem bastante vulneráveis e parecem tornar-se até mais indefesas diante de perigos ditos naturais, particularmente aqueles de origem meteorológica, hidrológica e geológica. O que se evidencia neste paradoxo é o fato de que a ocupação humana se faz em áreas cada vez mais extensas, mas também de forma cada vez mais desigual. Em função disto, ampliam-se também os riscos diante desses eventos perigosos.

Se por um lado, intensidade e extensão do perigo natural ou sócio-natural são objetos de estudo das ciências naturais, por outro lado, as ciências sociais, cada vez mais relevância tem dada à construção social do risco aos perigos, um processo que implica fatores como: lacunas no ordenamento e manejo do território, exclusão econômica, percepção do risco e gestão do risco. Em estudos geográficos de risco, este termo se emprega amplamente para a probabilidade de ocorrer perda material ou social em função de um perigo, seja de ordem natural, psicossocial ou tecnológica. Nesta tese, porém, o termo risco expressa a possibilidade de perdas materiais ou sociais com a ocorrência de inundações, ou seja, quando as águas dos arroios, sangas ou galerias pluviais saem do leito de escoamento devido à falta de capacidade de transporte de um desses sistemas (muitas vezes por intervenção humana) e ocupam as áreas que a população utiliza para moradia, transporte (ruas, rodovias e passeios), recreação, comércio, indústria e outras funções.

As inundações na atualidade são perigos que aparentam ser de origem natural, no entanto, cada vez mais são causadas pela combinação de fatores naturais e sociais. Têm origem natural, porque estão associadas com a ocorrência de fenômenos atmosféricos, com dinâmica e extensão espacial própria, sendo que os mais danosos, normalmente, se produzem de maneira súbita e repentina, ainda que sua ocorrência também possa ser lenta. Lawell (1999, p.5-6) observa, porém, que se registram cada vez mais eventos que foram induzidos, acelerados ou

ampliados pela intervenção humana, relacionada a processos como desmatamento das altas bacias de rios, desestabilização de vertentes, degradação de ecossistemas, mudanças no padrão de uso do solo agrícola, crescimento urbano sem planejamento adequado do uso do solo e sem provisão de infraestrutura de drenagem. Em áreas urbanas, as inundações se exacerbam como resultado de um acúmulo de fatores como a busca de lucro (em urbanismo não planejado), sobrevivência (corte de lenha), o adensamento urbana, a ocupação da planície de inundação por assentamentos marginais. Assim os lugares de grande concentração de população e infra-estrutura na atualidade apresentam maior suscetibilidade a que ocorra este tipo de evento encadeado inter-relacionado e combinado.

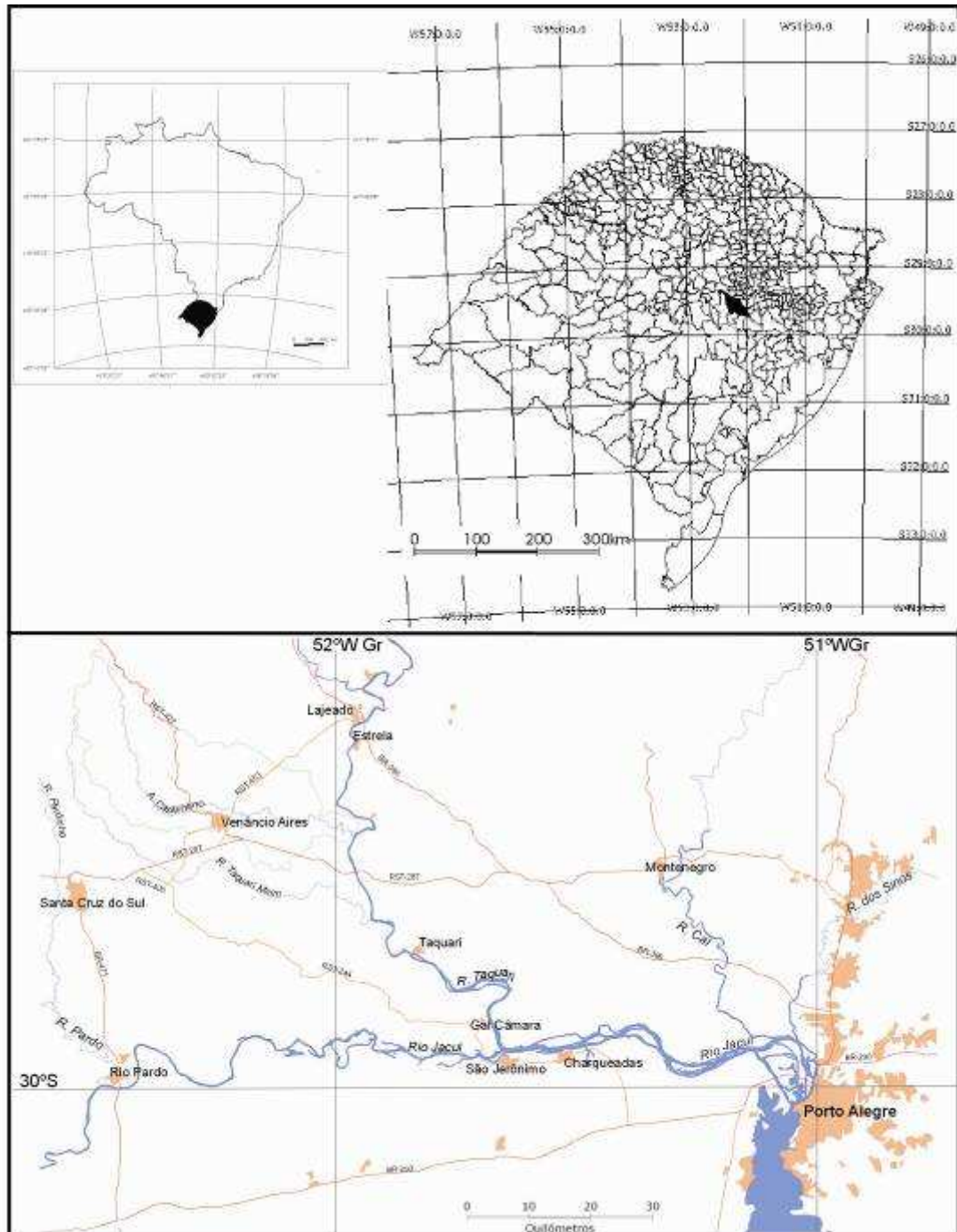
Riscos relacionados às inundações certamente são um problema crescente devido aos estilos e modelos de desenvolvimento globalmente imperantes. As tendências na ocupação do território, o processo de empobrecimento de significativos segmentos da população, a utilização de sistemas organizacionais inadequados e a pressão sobre os recursos naturais fizeram aumentar de forma contínua a vulnerabilidade da população frente a uma ampla diversidade de perigos naturais. As políticas de desenvolvimento urbano e regional, além das políticas econômicas e sociais setoriais em geral não têm levado em conta os perigos naturais e ocasionalmente estão agravando a vulnerabilidade.

O ambiente urbano se tornou o habitat de mais de 50% da população mundial, e esse percentual deve aumentar nos próximos anos. Este acelerado processo de urbanização caracterizou-se pela formação de aglomerações urbanas e de metrópoles em todo o mundo. No Brasil em 2000, 78,4% da população brasileira residia em aglomerações urbanas ou em metrópoles. Como observou Santos (1996) esta concentração no processo de urbanização ocorreu em poucas décadas; em 1960, o Brasil tinha somente duas cidades com mais de um milhão de habitantes: São Paulo e Rio de Janeiro. Na década de 1990, já existiam 12 cidades com mais de um milhão de habitantes, onde residiam 32% da população. Uma das conseqüências desta concentração da população foi o surgimento de diversos problemas ambientais nos centros urbanos brasileiros, o que fez com que, nos últimos 30 anos, a preocupação dos geógrafos ambientalistas se voltasse principalmente às metrópoles, porque ali os problemas ambientais logo atingiram maior amplitude, com concentrações de poluentes no ar e na água, com a

degradação do solo e do subsolo e com o crescimento das áreas de risco, em consequência do uso intensivo do território pelas atividades urbanas. O censo do IBGE de 2000 mostrou que há uma tendência à redução do crescimento populacional das cidades núcleo das regiões metropolitanas, enquanto algumas cidades da periferia destas, assim como alguns núcleos regionais, têm crescido a taxas de até 4,8% ao ano. Essa mudança deve-se, em especial, à chamada desconcentração produtiva, que faz com que empresas, especialmente as industriais, retirem-se dos grandes centros, onde os custos de produção são maiores, e dirijam-se para cidades de porte médio e pequeno, onde é mais barato produzir, em função de vários fatores como, por exemplo, os incentivos fiscais. Com o crescimento rápido dessas cidades, processos inadequados de urbanização e impactos ambientais, que foram observados nas metrópoles há duas décadas, estão se reproduzindo em cidades de médias e pequenas. Desta forma, estaria também se acelerando a construção social do risco nas pequenas cidades.

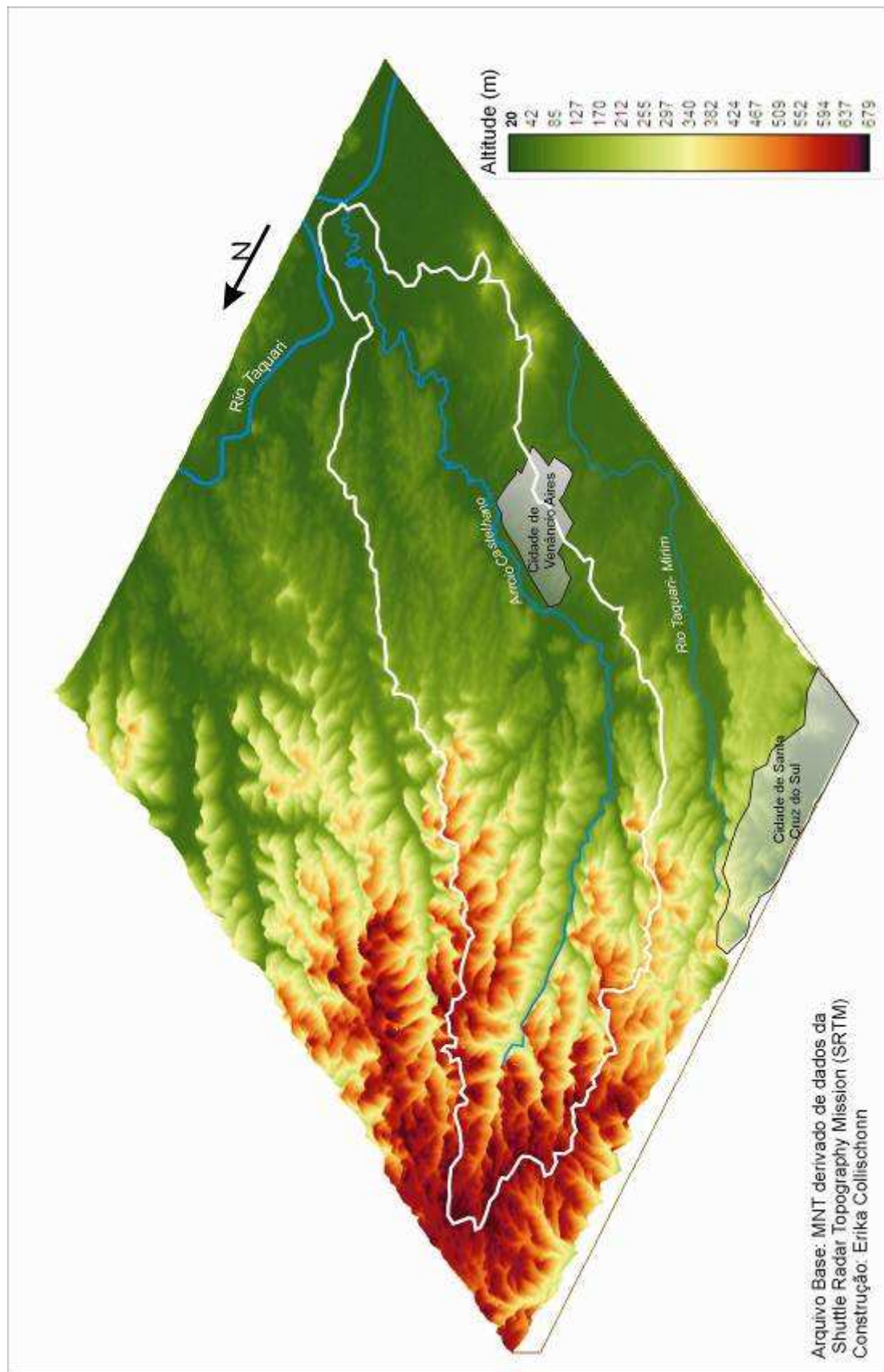
As pequenas cidades, por um lado, sugerem a possibilidade de compreensão da construção social do risco em uma perspectiva mais integrada e a chance de proposição de diretrizes de maior sustentabilidade ambiental. Por outro lado, lugares para os quais não há bases de dados meteorológicos, hidrológicos e cartográficos consistentes apresentam ao pesquisador o desafio da obtenção destas e de outras variáveis por meios alternativos.

Esta tese procurou compreender a construção social do risco relacionado às inundações em um espaço específico - a cidade Venâncio Aires, RS (40.112 hab – IBGE, 2007), sede de município situado na parte centro-oriental do estado do Rio Grande do Sul (Fig. 1).



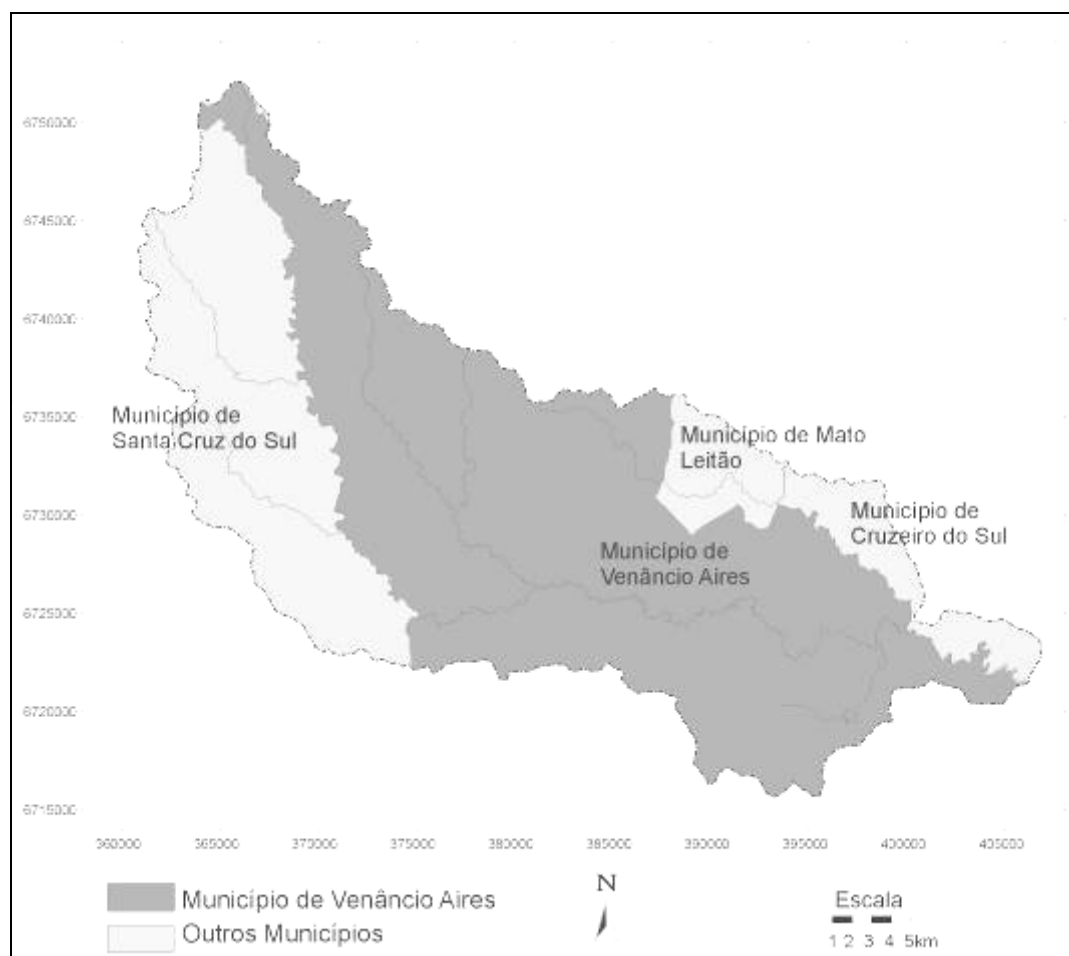
**FIGURA 2 Venâncio Aires – Localização e situação**

Inundações não são processos pontuais; precisam ser compreendidas no contexto de uma bacia hidrográfica. Tanto o município de Venâncio Aires quanto sua sede estão, majoritariamente, inseridos na bacia do arroio Castelhanos (Fig. 2).



**FIGURA 3** Bacia hidrográfica do arroio Castelhanos - Bloco diagrama

A bacia hidrográfica do arroio Castelhana tem extensão superficial de 675,3 km<sup>2</sup>, majoritariamente distribuída no município de Venâncio Aires (66%), contendo, porém, frações menores de área nos municípios de Santa Cruz do Sul (25%), Cruzeiro do Sul (5%) e Mato Leitão (4%) (Fig. 3). Em função dessa divisão administrativa, consideram-se como referência para a bacia os dados estatísticos do município de Venâncio Aires (com 58% de sua área total na bacia), quando não há dados agregados para unidades menores (distritos, setores censitários, bairros). As águas da área urbana da cidade de Venâncio Aires também não confluem todas para o arroio Castelhana. Enquanto 70% desta área se encontra na bacia referida, a outra parte, 30%, escoa suas águas para o rio Taquari-Mirim. Ambos os cursos de água, arroio Castelhana e rio Taquari-Mirim, são afluentes do Taquari, que faz parte da rede hidrográfica da bacia do Jacuí – Guaíba.



**FIGURA 4** Bacia hidrográfica do arroio Castelhana – Divisão político-administrativa (2008)



Além da inserção da área de estudo na bacia hidrográfica, ou seja, dentro de uma unidade do ponto de vista do processo natural de drenagem, também não se dispensa o fato de ela estar situada na região que tem a primazia no Brasil quanto à produção, à agroindustrialização, à comercialização e à exportação de fumo em folha do país (Silveira, 2007, p.31).

A razão da escolha dessa área relaciona-se ao vínculo profissional com a Universidade de Santa Cruz do Sul que a pesquisadora mantém desde 1991. Através do desenvolvimento de projetos de pesquisa e de atividades de extensão, esta teve a oportunidade de percorrer inúmeras vezes o município e a área urbana de Venâncio Aires, bem como de interagir com o poder público local, principalmente com a realização do projeto “Atualização da Base Cartográfica e Cadastro Imobiliário Urbano da Cidade de Venâncio Aires” entre 2003 e 2005, o que a colocou de frente com as transformações, com as potencialidades, com as contradições e com as desigualdades decorrentes do modelo de desenvolvimento econômico recente, registrado tanto na paisagem urbana como na rural.

Nesta tese, a questão central que se propôs responder é: como as mudanças no uso da terra na bacia, as mudanças na rede de drenagem, o adensamento da ocupação urbana e a desigualdade social contribuem na construção do risco associado a eventos pluviais intensos na cidade de Venâncio Aires?

A avaliação destas mudanças é realizada ao longo da evolução urbana da cidade de Venâncio Aires. O recorte temporal da evolução urbana se apresenta em duas dimensões escalares: uma mais genérica, que se estende aos primórdios da povoação, ainda no século XIX; outra, de avaliação mais detalhada, conduzida a partir da década de 1970, considerando-se que, a partir dessa década, intensificaram-se as intervenções tanto do poder público como de proprietários privados e incorporadores imobiliários na organização do espaço estudado.

O presente trabalho procurou abordar a realidade local sob uma perspectiva integradora, o que foi um grande desafio, diante da falta de trabalhos anteriores que lhe dessem suporte. O estudo foi orientado a partir dos seguintes objetivos específicos:

- compreender as características geomorfológicas da Bacia do arroio Castelhana e do comportamento das precipitações que criam áreas suscetíveis às inundações;
- avaliar das modificações que a rede de drenagem sofreu, na escala da bacia e no espaço urbano de Venâncio Aires, relacionadas aos programas agrícolas e aos planos de abastecimento de água e de redução de enchentes;
- apreciar a evolução do uso e ocupação da terra na bacia e na cidade de Venâncio Aires e de sua configuração atual;
- avaliar episódios pluviais intensos e de suas consequências na cidade de Venâncio Aires;
- registrar fatores que concorrem para a produção e para a apropriação do espaço urbano em zonas vulneráveis às inundações, avaliando como os processos de gestão do problema ao longo do tempo condicionaram esses processos; e
- dimensionar a construção do risco na cidade, em termos de números de terrenos e casas. Por exemplo, áreas que antes eram atingidas e hoje não são mais em determinados episódios pluviométricos menos intensos, por causa de obras (medidas estruturais), ou, ainda, áreas que se tornaram de risco, devido ao aumento do adensamento humano.

Na busca de respostas às questões que estes objetivos colocaram, foi estabelecido, do ponto de vista teórico e metodológico, um caminho possível de pesquisa que orientasse o recorte analítico, guiasse a reflexão sobre esta realidade geográfica e auxiliasse a operacionalização de nossa problemática de pesquisa.

Mendonça (2004, p.199), quanto ao estudo dos problemas que procedem da interação sociedade-natureza no ambiente urbano propõe o que chama de “Sistema Ambiental Urbano”, apontando que *“todo um complexo fluxo de matéria e energia, de origem natural e/ou produto da ação humana interage permanentemente no contexto urbano e dinamiza as formas com que se manifestam os elementos da natureza e da sociedade na cidade, formando a materialidade urbana”*. Isto sugere que a dinâmica social e a dinâmica natural podem ser decifradas na materialidade urbana. Portanto, o que há de fixo em um ambiente urbanizado pode nos sugerir os fluxos, as dinâmicas e suas interações; e a recíproca é verdadeira, ou seja, a

dinâmica social territorial, a dinâmica natural e suas interações podem auxiliar a compreender a distribuição espacial dos objetos na cidade e em suas adjacências. Também os indicadores de dinâmica social e de qualidade ambiental que incorporam o espaço como elemento de análise quantitativa auxiliam no entendimento do problema socioambiental manifesto nas inundações na escala intraurbana. Conforme Coelho (2001, p. 35), para compreender as inundações e seus impactos, não basta estudar fatores como localização, distâncias e mudanças nas condições ecológicas, de forma associada às características demográficas do ambiente construído que é a cidade; deve-se pensá-las como processo, abarcando a história (não linear) de sua produção, o modelo de desenvolvimento urbano e os padrões internos de diferenciação social.

Como mencionado anteriormente, não havia bases de dados específicos para a área que é objeto deste estudo, o que é uma condição freqüente no estudo de cidades de pequeno porte. Assim, bases de dados tiveram que ser construídas ou adaptadas pela pesquisadora. Este fato traz subjacente a ideia de que a investigadora constituiu peça central da pesquisa, tanto na coleta, como no tratamento e análise dos dados. A pesquisa, neste caso, alicerçou-se em uma perspectiva mais indutiva do que dedutiva, em que a prioridade foi dada à descoberta do terreno e de sua estruturação, sempre particular e contingente, bem como ao desenvolvimento de modelos descritivos e interpretativos que se ajustassem à realidade em estudo. Dessa forma, o processo investigativo também acabou sendo uma construção sob o olhar da pesquisadora. Mas foi, certamente, uma construção que se nutriu da relação dialética entre teoria-terreno-investigador-reflexividade. Entre as orientações teórico-metodológicas da investigação, destacam-se a importância da espacialização e da periodização no processo de análise e a utilidade da aplicação do método comparativo nos estudos propostos.

Considerando o processo interativo entre o real (o que se estuda) e a representação mental desse real (construção teórica, recomposição ideal do concreto percebido ou vivido), a resposta a esta questão principal admite as hipóteses a seguir:

- As influências naturais não desapareceram da problemática, seja porque as heranças do tempo longo geológico-geomorfológico continuam a marcar limites

neste assentamento humano, seja porque certos processos físicos atuais escapam a toda forma de intervenção humana, especialmente em suas origens.

- A inundação é uma manifestação da degradação ambiental, e esta, por sua parte, é em certa medida potencializada pela manifestação daquele problema ambiental. Desta forma, a escala local é insuficiente para a análise dos processos de degradação e propensão ao risco de inundação que se manifestam na cidade.

- As relações entre meio urbano e inundações se manifestam de forma diferenciada em zonas centrais e periféricas da cidade. Há vinculações entre os processos de segregação espacial urbana e a população sujeita a riscos, e também entre a mobilidade territorial, a segregação urbana e a vulnerabilidade.

- A informação sobre inundações urbanas é condicionada pelas escolhas culturais das populações, que declaram ou não as inundações e os danos consequentes, e das instituições, que procuram ou não conservar e/ou transmitir esta informação.

Esta tese estrutura-se em cinco capítulos. No primeiro, que também constitui uma primeira etapa de trabalho, estão definidas as opções teórico-metodológicas e um roteiro para o estudo de caso. O capítulo dois apresenta avaliação da constituição e da configuração da bacia e do vale fluvial do Castelhana, bem como da dinâmica atmosférica, fatores que contribuem para a ocorrência de inundações na Bacia. Os próximos dois capítulos tratam do uso e da ocupação da terra, o primeiro na escala da bacia e o segundo na escala urbana, resgatando a questão do tempo em geografia e as heranças que o espaço foi incorporando. Contribuem, assim, para a explicação tanto das particularidades dos povoamentos como da existência e da ampliação dos riscos referentes às inundações. Os capítulos dois, três e quatro constituem a etapa dois, de produção de dados e documentos básicos para o desenvolvimento da pesquisa. A terceira etapa de trabalho, apresentada no capítulo cinco, procura a integração progressiva dos conteúdos desenvolvidos na etapa anterior, com a finalidade de integrar a pluralidade de aspectos que caracterizam cada evento, tanto do ponto de vista pluvial quanto de sua repercussão no espaço urbano, procurando avançar no entendimento da interdependência entre a gênese das chuvas e suas relações com a cidade e o uso e ocupação da terra.

## 1 A DIMENSÃO TEÓRICA E METODOLÓGICA

O presente texto faz uma reflexão acerca do jogo de forças entre o social e o natural na constituição do espaço geográfico, especialmente das cidades, áreas onde a materialidade das atividades humanas é mais presente. O que se pretende é construir um conjunto de referências para interpretar a dinâmica social e a dinâmica natural em um ambiente urbano. Haesbaert (2002) lembra que as relações entre território e natureza na sociedade urbana certamente não têm mais o peso que tinham no início do século XX, ou que têm ainda hoje entre as sociedades tradicionais; mesmo assim, pondera a questão da seguinte forma:

“Hoje, em muitos lugares do mundo estamos bem distantes de uma concepção de território como ‘fonte de recursos’ ou como simples ‘apropriação da natureza’ em sentido estrito. Isto não significa, contudo, que estas características estejam completamente superadas. Dependendo das bases tecnológicas do grupo social, sua ‘territorialidade’ ainda pode carregar marcas profundas de uma ligação com a terra no sentido físico do termo. O mesmo ocorre em áreas em que alguns fenômenos naturais reestruturam a vida social” (Haesbaert, 2002, p. 47).

Nas ciências humanas em geral, e mesmo entre os geógrafos, costuma-se negligenciar a relação entre sociedade e natureza na definição de espaço ou território. Por força de uma visão centrada no homem, menospreza-se, ou simplesmente se ignora, a dinâmica da natureza, que, dita hoje indissociável da ação humana, acaba perdendo totalmente sua especificidade na maioria das vezes. A geografia ambiental, por sua vez, mantém e renova os vínculos entre as avaliações da dinâmica natural e as avaliações das mudanças socioeconômicas.

O que se pretende é construir um conjunto de referências para interpretar as dinâmicas biogeofísica e social em um ambiente em urbanização. Ainda que separadas por razões didáticas, não se consegue definir estas duas dimensões como estanques ou separadas. É possível que, na maioria das vezes, elas estejam tão imbricadas que é difícil distingui-las, mas, por enquanto, prefere-se pensar em dois sistemas, simultaneamente opostos e complementares.

## 1.1 A DINÂMICA NATURAL

Conserva-se a distinção entre dinâmica natural e dinâmica social neste estudo, porque resultam de origens e de encadeamentos diferentes. A dinâmica natural é regulada por processos físico-químicos e biológicos tendo o sol como agente primário. Quando se lida com fenômenos relacionados ao ciclo hidrológico, está-se diante de energias que não derivam, necessariamente, da interferência humana, ainda que o ambiente construído possa potencializá-las ou recriá-las. Normalmente, também se resgata um tempo mais profundo, de processos de longa duração, de ciclos recorrentes; o que não quer dizer que o tempo da natureza seja necessariamente lento, os fenômenos naturais que criam risco normalmente se processam rapidamente. Mas são forças, sob uma dinâmica temporal diferente do tempo histórico e interferem na vida humana, estimulando reações, defesas e ambições de controlá-las.

Para compreender a interconexão dinâmica dos elementos da natureza que criam certa organização espacial, a geografia buscou em outras áreas do conhecimento o entendimento dos processos que definem esta interconexão. No caso da geografia, sempre tiveram mais relevância os elementos da natureza ligados às ciências da terra. Entretanto, desde os anos 1950, a forma de ler a natureza na geografia física e de outras ciências que tratam da natureza foi incorporando outra perspectiva, quando aumentou em importância a preocupação com os processos. Elas passam, segundo Suertegaray (2002:160), *“a buscar a compreensão da dinâmica da natureza, dinâmica essa entendida como interação de processos no presente, com vistas à projeção de cenários para o futuro”*. A procura pelo conhecimento desta dinâmica passa a ter também uma relação com sua aplicação na resolução de problemas práticos.

Os problemas e questões enfocados na perspectiva ambiental são, sobretudo, de ordem social, dado que a noção de problema é uma abstração exclusivamente humana, o que reforça a idéia de que não existe problema na e para a Natureza; quando colocados não passam das leituras possíveis do homem sobre a Natureza, da maneira humana de compreendê-los, de uma certa humanização dela (MENDONÇA, 2004, p. 188).

A geografia, que, desde a sua origem, sempre procurou compreender tanto os lugares como as escalas planetárias a partir da conjunção das categorias natureza e sociedade, foi favorecida pela preocupação ambiental. Para Suertegaray (2002a:113) o termo ambiental “*indica a compreensão do ser na relação com seu entorno*”. No entanto, este ser pode “*ser entendido individualmente ou coletivamente, de forma genérica e naturalizada, ou como um ser social e historicamente construído*”. Assim, conforme a mesma autora, “[e]stas formas de compreensão promovem leituras diferenciadas da questão ambiental e expressam a tensão relativa a diferentes concepções de mundo” (SUERTEGARAY, 2002a: 113). A perspectiva adotada neste trabalho é a que Mendonça (2002) chamou de geografia socioambiental, que apreende o ser como social, coletivo e historicamente construído, e que resgata a importância da compreensão socioeconômica na transformação da natureza, nas suas derivações e nos impactos por ela causados.

Assim, faz-se necessário compreender os processos físicos – sua funcionalidade e suas derivações - não só no tempo de sua formação, mas em um tempo mais curto, em função da degeneração da natureza e por conta da necessidade de regeneração e reinvenção da natureza (soluções técnicas de restauração da natureza, portanto, natureza tecnificada).

Neste caminho metodológico, valoriza-se, não necessariamente, a harmonia entre os processos, mas sim, a observação e o registro dos episódios catastróficos, das mudanças de ritmos dos eventos singulares e episódicos, as bifurcações. ... O interesse nesta dimensão estaria associado à necessidade sempre presente de conhecer a funcionalidade, agora nova funcionalidade, decorrente da crise do ambiente e de suas implicações no processo produtivo. (Suertegaray, 2002 b, 162)

No conhecimento da funcionalidade e das derivações da natureza é mister o uso de tecnologias que tornem essa compreensão possível e facilitem a tomada imediata de decisões, ou seja, de tecnologias capazes de organizar e espacializar informações diferentes – como o sensoriamento remoto, os bancos de dados e os sistemas de informações geográficas. É preciso também reconhecer que as mudanças rápidas e intensas da dinâmica social, principalmente aquelas ligadas à urbanização, além de favorecerem o aumento efetivo dos problemas e riscos

ambientais, propiciam também a declaração mais contundente dos mesmos e a sua contagem nas bases de dados – defesa civil, jornais e periódicos. A urbanização favorece, necessariamente, o desenvolvimento de redes de transporte, de água e de energia, que tendem a fornecer os testemunhos de danos mais frequentes, seja pelos danos diretos aos aterros, calçamentos e outras infra-estruturas, seja, sobretudo, em razão de problemas em seqüência decorrente das rupturas nas redes (PIGEON, 2005, p. 70-72).

Mendonça (2002, 2004) propõe uma interpretação geográfica que leve em conta problemas ambientais identificados e soluções possíveis.

[...] um estudo elaborado em conformidade com a geografia socioambiental deve emanar de problemáticas em que situações conflituosas, decorrentes da interação entre a sociedade e a natureza, explicitem degradação de uma ou de ambas. A diversidade das problemáticas é que vai demandar um enfoque mais centrado na dimensão natural ou mais na dimensão social, atentando para o fato de que a meta principal de tais estudos e ações vai na busca de soluções do problema, e que deverá ser abordado a partir da interação entre estas duas componentes da realidade (MENDONÇA, 2002: 134).

Esta proposta vislumbra a possibilidade de se superar a visão estático-convencional de impactos ambientais e a necessidade de avançar em direção às teorias dos processos de mudança que resultam da interação dos processos biofísicos, político-econômicos e socioculturais, e dos padrões de apropriação no interior de um mesmo espaço urbano e de uma mesma formação social. Ela reforça a tendência de uma interpretação mais endógena dos problemas ambientais, estes últimos sendo considerados como coevoluintes com as sociedades humanas.

Ainda hoje, grande parte dos estudos relacionados à natureza a concebe como o mundo não humano, o mundo não criado originalmente pelos homens. Nesta concepção, exclui-se o ambiente construído ou fabricado, aquele conjunto de coisas feitas pelos homens, que podem ser tão ubíquas a ponto de formarem uma espécie de segunda natureza. Além disso, como nos ensinam Suertegaray (2001, 2002a e b) e Worster (1991,p. 4), esta exclusão é arbitrária, porque, cada vez mais, a vontade humana deixa a sua marca nas transferências e armazenagens de matéria e energia, de modo que pode parecer não haver diferença entre “natureza” e “artefato”. As cidades, pelo adensamento do povoamento que as acompanha, artificializam os sítios urbanos e tendem a derivar também certos processos físicos,



que, mesmo tendo uma origem natural, se alteram no momento em que interagem com os assentamentos humanos. Todavia, a urbanização sozinha não pode explicar as características espaciais dos problemas ambientais que se procura estudar. É preciso recorrer às dinâmicas atmosférica e hidrológica do lugar independentes da interferência humana.

### 1.1.1 Dinâmica Atmosférica

Muitos fatores contribuem para a ocorrência de enchentes e inundações, mas são determinantes a quantidade e, sobretudo, as distribuições espacial e temporal da precipitação na bacia. Os episódios que geram inundações são restritos no tempo cronológico e estão relacionados ao modo de transmissão ou ritmo de sucessão dos tipos de tempo (meteorológico). *“Pela sua natureza são eventos raros que refletem variações extremas e formas violentas do ritmo, afastamentos ou desvios dos padrões habituais, disritmias. [...] Conforme os mecanismos de circulação regional podem ser raros e até mesmo excepcionais.”* (Monteiro, 2003, p. 53).

Uma avaliação climática clássica pelas normais climatológicas pode mostrar algumas destas disritmias, mas não é, na maioria das vezes, suficiente para compreender o comportamento da precipitação em seqüência e os fenômenos mais localizados. Para captar estas características, é preciso recorrer à sucessão de tipos de tempo. A noção de tipos de tempo foi introduzida nos estudos de climatologia com a preocupação de aproximar os estudos climáticos da realidade cotidiana, propiciar uma descrição mais concreta dos climas, evitando inconvenientes das estatísticas separativas, e fornecer elementos de explicação do clima, ou uma descrição explicativa<sup>1</sup>. Ela permite fazer referência ao clássico conceito proposto por Sorre (1984, p. 32), que definiu o clima de um determinado local como *“... a série*

---

<sup>1</sup> O conceito de “tipo de tempo” foi criado no fim do século XIX pelos meteorologistas para associar a configuração isobárica ao tempo resultante. Os geógrafos europeus o incorporaram no início do século XX sem alterá-lo, a despeito de sua pouca reflexão semântica e de sua imprecisão escalar. A onda da climatologia dinâmica/sintética dos anos 1950-1970 reduziu sua extensão espacial e sua duração, mas privilegiou sua aceção aerológica (situação-circulação) (VIGNEAU, 2004, p.17).

*dos estados da atmosfera, em sua sucessão habitual. E o tempo que faz nada mais é que cada um desses estados considerado isoladamente". O "estado da atmosfera" (tipo de tempo) que interessa ao geógrafo é "a combinação mais ou menos durável de elementos atmosféricos sobre um espaço de escala regional ou local" (CANTAT, 2004, p.77). Esta definição "conserva o caráter sintético da noção de clima, enfatiza seu aspecto local e, ao mesmo tempo, evidencia o caráter dinâmico do clima, introduzindo as idéias de variação e de diferenças incluídas na de sucessão". (SORRE, 1984, p. 32).*

Para Cantat (2004, p. 77), a definição mais estrita de "tipo de tempo" é necessária, até para que não haja confusão com "tipo de circulação", que se aplica, normalmente, a escalas temporais e espaciais maiores. Concretamente, um tipo de circulação pode afetar todo o sul do Brasil e até perdurar por semanas, o que não impede a sucessão no tempo e a justaposição no espaço de tipos de tempo diferentes, relacionados a fatores geográficos como a topografia e o uso do solo. A necessária diferenciação entre tipos de circulação e tipos de tempo, porém, não exclui a reunião desses dois conceitos na investigação de fatores explicativos na perspectiva de entendimento das manifestações freqüentes, raras ou excepcionais do tempo meteorológico ao longo do tempo cronológico.

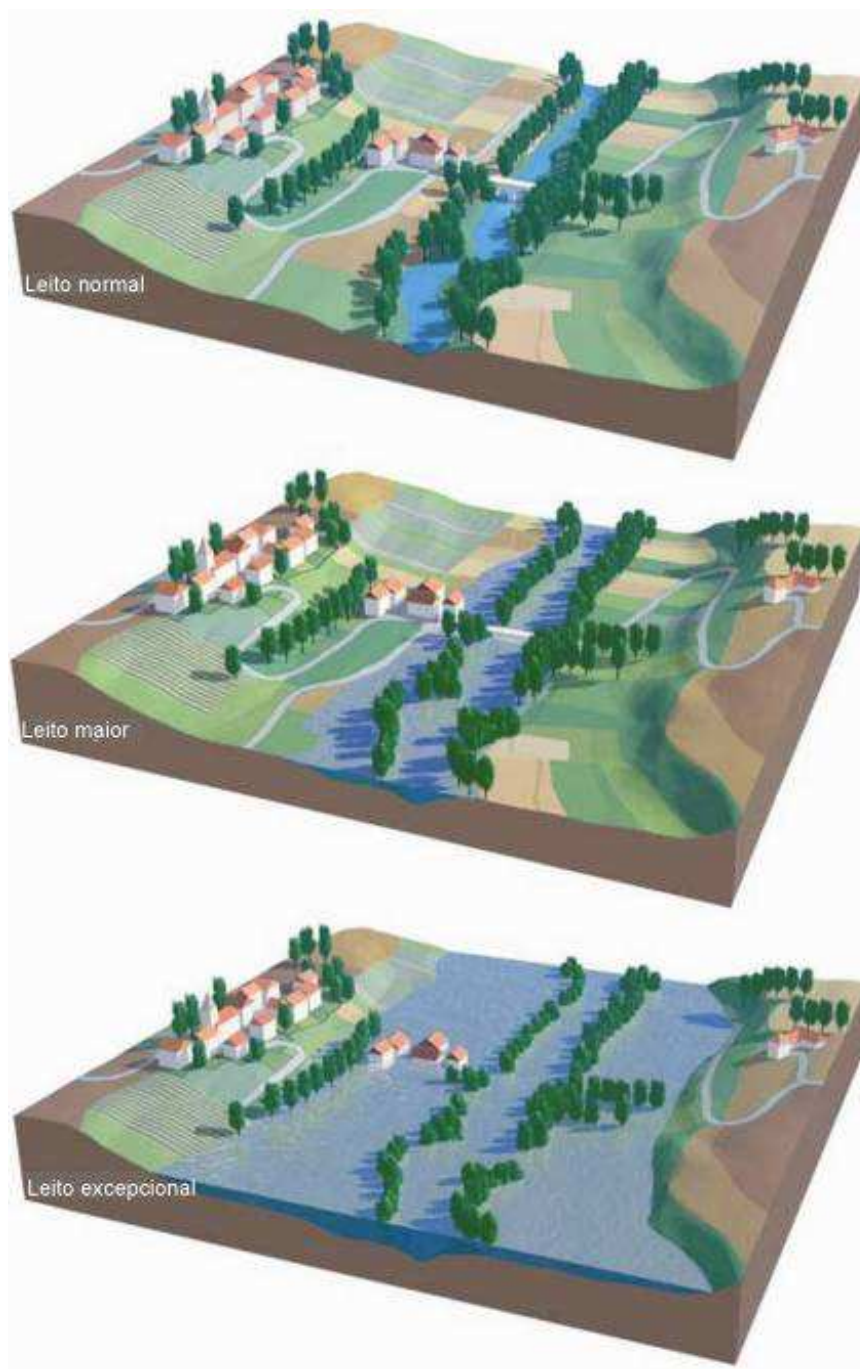
Assim, em uma aproximação geográfica da influência dos tipos de tempo relacionados a fenômenos de inundação em Venâncio Aires, pode-se recompor o encadeamento dos tipos de tempo que ocorreram em um determinado período (episódio) e associar o acontecimento adverso (ou extremo) com a gênese do clima e a dinâmica atmosférica. A referência de análise é o trabalho realizado por Herrmann (1999) para a Faixa Central do Litoral Catarinense.

### **1.1.2 Dinâmica hidrológica e sua expressão espacial**

As águas das chuvas, ao alcançarem um curso d'água, causam um aumento de vazão por certo período de tempo. Este acréscimo na descarga d'água, também chamada de débito, recebe o nome de enchente. Por vezes, no período de

enchente, as vazões atingem tal magnitude que podem superar a capacidade de descarga da calha do curso d'água e extravasar para áreas marginais ao leito fluvial menor, normalmente não ocupadas pelas águas (Fig. 4). Esse extravasamento caracteriza uma inundação, e a área marginal, que recebe periodicamente esses excessos de água, denomina-se planície de inundação de um rio, ou várzea. Há, assim, uma relação direta entre enchente e inundação, porque toda enchente envolve a crescida da água e, decorrente desta, o transbordamento (inundação) é o caminho natural. Normalmente, contudo, como afirmam Macedo et al (2004, p. 897) a enchente é medida em relação a um nível médio do rio (em metros), e a inundação, em termos da área ( $m^2$ ) ocupada pela água ou, ainda, em relação ao nível atingido pela água sobre terrenos ou edificações. O leito normal é bem delimitado, encaixado entre margens claramente definidas, por onde correm ordinariamente as águas de um rio, sendo a sua seção transversal melhor observada por ocasião da vazante. Por estar recoberto pelas águas é características marcante do leito normal do rio a ausência de vegetação, exceto próximo à margem onde podem aparecer algumas espécies vegetais adaptadas a terrenos encharcados e que ficam parcialmente submersas durante a maior parte do tempo.

O leito maior periódico ou sazonal é uma superfície de forma plana, inclinada levemente na direção de jusante e situada acima do nível das margens do leito normal. É o lugar ocupado pelas águas do rio nos momentos de cheias regulares. Uma definição mais precisa estabeleceria como limite do leito maior a linha representada pela média das cheias sazonais. O leito excepcional é definido pelas cheias excepcionais (que têm um período de retorno de aproximadamente cem anos). Na planície de inundação, podem ser distinguidos dois tipos de zonas: a) as zonas de escoamento, na vizinhança do leito menor ou dos canais de cheia, normalmente ocupado pela vegetação ripária (herbácea, arbustiva e arborescente), onde a correnteza tem maior velocidade quando ocorrem as cheias; b) as zonas de espalhamento ou de estocagem da água, onde a velocidade é fraca. A estocagem é fundamental, pois permite a redução do débito e da velocidade de crescida das águas para jusante.



**FIGURA 4** Processo de inundação e suas marcas na paisagem

Fonte: Prim.net - Citoyen, 2008.

As cheias implicam risco, desde que haja também alguma ocupação humana nas áreas em que a água extravasa o leito menor causando inundação.

As condições hidrológicas que produzem a inundação podem ser classificadas como naturais ou artificialmente derivadas.

As condições naturais são aquelas cuja ocorrência é propiciada pelas entradas de energia e matéria e pelas características da bacia, independentemente do tipo de uso do solo que é empregado. São elas: tipo de fenômeno meteorológico definidor da intensidade e duração precipitação, relevo, cobertura vegetal e capacidade de drenagem.

Os rios drenam em suas cabeceiras, áreas com grande declividade, o que produz escoamento de alta velocidade. Em consequência disso, nestas áreas, a variação de nível durante a enchente pode ser de vários metros em poucas horas, e a água pode ocupar rapidamente seu leito maior ou planície de inundação, que, em áreas mais acidentadas, é justamente uma área mais plana e de mais fácil ocupação. A planície de inundação de um rio cresce significativamente nos seus cursos médio e baixo, onde a declividade se reduz, e aumenta a incidência de áreas planas.

Em decorrência de chuvas localizadas e intensas, relacionadas a intensos processos convectivos ampliados pelo efeito orográfico, são comuns as ocorrências de inundações bruscas (*flash floods*), principalmente nos cursos alto e médio dos rios. Este tipo de inundação, como considerado por Montz et al. apud Marcelino et al (2004, p. 556), se distingue das inundações ordinárias, porque ocorre de forma inesperada: move-se mais rapidamente e com maior gradiente sobre a planície de inundação; apresenta uma área relativamente pequena de impacto; e pode apresentar, em alguns casos, elevado potencial destrutivo e é freqüentemente associado a outros perigos naturais, como fluxo de detritos (*debris flow*).

Enchentes e inundações sócio-naturais são aquelas alteradas pela ação humana na bacia. No que se refere às mudanças que afetam, mais especificamente, as condições hidrológicas da bacia, podem-se destacar: obras hidráulicas, desmatamento, reflorestamento, uso agrícola e urbanização. Entre estas, deve-se considerar que há graus de interferência diferenciados; por exemplo, uma área de cultivo agrícola possui maior interceptação vegetal, maiores áreas permeáveis, menor escoamento na superfície do solo e drenagem mais lenta, ao passo que uma área urbanizada possui mais superfícies impermeáveis, tais como telhados, ruas e pisos, e produz aceleração no escoamento, através da canalização e da drenagem superficial (TUCCI, 1997, p. 622-623). Além de processos naturais modificados pelo

uso da terra, poderiam ser consideradas, ainda, as cheias causadas diretamente pela interferência humana, no caso de rompimento de barragens e diques. No entanto, este tipo de estrutura não existe na área considerada por este estudo.

Quanto à hidrologia urbana, Pickett et al (2001) destacam que as comparações entre as cidades e as áreas não urbanas indicam que: a) nas áreas não urbanas a evaporação reduz entre 25 e 40% o aporte de água pelas chuvas, em comparação com as cidades; b) o escoamento superficial das águas nas cidades é de 10 a 30% maior; c) a água subterrânea nas cidades diminui entre 32 e 50% em comparação com as áreas rurais, enquanto 43% das precipitações são evacuadas das áreas urbanas pelo sistema de drenagem.

As mudanças nas características dos componentes do ciclo hidrológico nas cidades se devem, principalmente, ao aumento das taxas de impermeabilização, resultante da pavimentação da superfície dos terrenos, da presença de telhados e paredes de construções e da eliminação de coberturas de solo que interceptem e absorvam as águas pluviais (ROMERO e VÁSQUES, 2008, p. 114). Desta forma, aumentam as taxas de escoamento superficial e encurta o tempo que transcorre entre o começo da chuva e seu posterior escoamento, incrementando os riscos de inundações urbanas.

Tucci (2003, p.45) usa a denominação “inundações urbanas” para as que ocorrem quando as águas dos rios, riachos ou galerias pluviais saem do leito de escoamento devido à falta de capacidade de transporte de um desses sistemas (muitas vezes em função da intervenção antrópica), ocupando áreas que a população utiliza para moradia, transporte (ruas, rodovias e passeios), recreação, comércio, indústria, entre outros. O mesmo autor diferencia dois tipos de inundação urbana: a inundação ribeirinha (que ocorre quando o excesso de volume de um curso d'água não consegue ser drenado ocupando a várzea, inundando, portanto, as áreas próximas aos rios) e a inundação devido à urbanização ou na drenagem urbana (que ocorre devido à impermeabilização do solo, que acelera o escoamento através de condutos e canais, fazendo com que a quantidade de água que chega simultaneamente ao sistema de drenagem urbana aumente, produzindo inundações mais frequentemente do que se produzia quando a superfície era permeável e o escoamento se dava pelo ravinamento natural). Esta última ganha vulgarmente o

nome de alagamento. O autor considera ainda que “*as inundações ribeirinhas ocorrem em bacias de grande e médio porte (>500km<sup>2</sup>), no seu trecho onde a declividade é baixa e a seção de escoamento pequena, enquanto as inundações na drenagem urbana ocorrem em pequenas bacias urbanizadas (1-100km<sup>2</sup> [...])*” (TUCCI, 2003, p.45-46).

Na perspectiva de avaliar a distribuição espacial das inundações ribeirinhas em áreas onde não há séries históricas de registros hidrológicos, pode-se elaborar uma carta de inventário de eventos de inundação. Esta compreende a definição das áreas nas quais, ao longo do tempo histórico (com base na memória local), efetivamente ocorreram enchentes. Para a elaboração desta carta utilizam-se as fontes históricas. Consideram-se fontes históricas aqueles registros realizados pelos homens antes do estabelecimento de uma rede de medidas institucionalizadas. Como Jacobeit et al (2004, p.32) constataram na Europa, as informações relevantes sobre eventos meteorológicos excepcionais são, em sua maioria, precisas em sua datação e nas observações e referências complementares, de tal forma que os dados apresentam uma resolução espacial e temporal considerável. Isto é de especial significância para as enchentes de curta duração e de caráter local. Este tipo de evento extremo sempre provocou o interesse das populações em todos os tempos.

As informações encontradas nas fontes escritas, nas gravuras ou nas fotografias são, todavia, de natureza qualitativa em sua maioria. Quando se deseja inseri-las em uma valoração, uma análise objetiva, e finalmente compará-las com dados recentes, é preciso realizar um procedimento crítico em relação aos dados.

Uma outra categoria de dados históricos é a dos dados quantitativos do passado. No caso de inundações, consideram-se aqui, principalmente, as marcas de enchente encontradas em muitas cidades nas pontes, residências ou edifícios públicos. Ainda que aqui também deva ser realizada uma avaliação crítica dos dados (neste sentido, lembra-se a possibilidade de que o dado tenha sofrido transferência de posição posterior ou de que tenha havido a introdução de aterros ou outras obras na calha do rio que antes não existiam), a escala métrica dos dados possibilita valiosos pontos de amarração para a análise atual.

## **1.2 DINÂMICA SOCIAL URBANA**

Entende-se por dinâmica social urbana o conjunto de processos relacionados às relações sociais, econômicas e políticas que se produzem e se reproduzem historicamente, entre indivíduos e/ou grupos existentes na cidade. Este conceito nos permite encontrar as pistas do sistema de interpretação que se pretende construir. Em função dessa busca por operacionalidade, inicia-se pela construção do conceito de dinâmica social, para posteriormente se avaliar a dimensão urbana.

### **1.2.1 Dinâmica social**

A expressão “dinâmica social” nos remete a idéia de vida pulsante, de conflitos, de interesses diferenciados em uma sociedade, de projetos, de sonhos, que se expressam basicamente na ação ou em um conjunto de ações.

Algumas pistas da forma como se pode analisar geograficamente a dinâmica social podem ser extraídas da organização de idéias em torno da expressão “ação humana”, ainda independente de sua dimensão espacial. Podem-se fazer as seguintes considerações, tomando de empréstimo as idéias compiladas por Santos (2002:78-83).

- Ação é a execução de um ato projetado e o sentido da ação é o correspondente ao ato projetado (comportamento orientado no sentido de atingir fins ou objetivo). A ação é um processo, mas um processo dotado de propósitos, no qual o agente mudando alguma coisa muda a si mesmo.
- A ação humana não se restringe aos indivíduos, incluindo, também, as empresas e as instituições.
- A ação resulta das necessidades naturais ou criadas. Essas necessidades, materiais, imateriais, econômicas, sociais, culturais, morais, afetivas, é que conduzem os homens a agir e definem as funções sociais.



- Um dos resultados da ação é modificar ou alterar a situação em que esta se insere.
- A ação é subordinada a normas, escritas ou não, formais ou informais, e a realização do propósito reclama sempre um gasto de energia.

Ainda que pareçam evidentes estes aspectos relacionados à ação humana, eles foram aqui relacionados metodicamente no sentido de auxiliarem na criação de um processo explicativo. É fundamental que se acrescente aqui que ação humana se dá por intermédio das técnicas de produção, de transporte, de comunicação, de controle, de política, e também das técnicas de sociabilidade e subjetividade. Para Santos (2002, p. 29) *“as técnicas são um conjunto de meios instrumentais e sociais, com os quais o homem realiza sua vida, produz e, ao mesmo tempo, cria espaço”*, espaço este constituído tanto pelas ações como por um sistema de objetos.

No sentido de entender a ação humana nos usos e apropriações do território, é preciso acrescentar que esta se caracteriza por padrões e processos de diferenciação social. A diferenciação social determina “quem obtém o quê, quando e por quê”, e a alocação de recursos de forma não igualitária se explica pela organização da sociedade em hierarquias socioculturais baseadas na riqueza, no poder, no *status*, no conhecimento e nos títulos de propriedade de terra.

La riqueza consiste en el acceso y control de los recursos naturales, capital o crédito. Es poder es la capacidad de un grupo social para alterar el comportamiento de los otros mediante la coerción explícita e implícita. El poderoso, por lo tanto, tiene acceso a recursos que son negados a los pobres. El estatus, por su parte, es el acceso al honor y al prestigio y se refiere a la posición relativa de un individuo o grupo en una jerarquía informal de mérito social. Por otro lado, el conocimiento es el control o acceso sobre tipos especializados de información técnica, científica o religiosa, y provee de ventajas en términos del acceso y control de los recursos críticos y servicios de las instituciones sociales. Finalmente el territorio es la expresión espacial del acceso y control sobre los recursos críticos a través de los derechos formales e informales de propiedad (ROMERO e VÁSQUEZ, 2008, p.118).

A diferenciação social baseada nas hierarquias socioculturais discernidas pelos autores possui uma dimensão espacial, caracterizada por padrões de territorialidade e heterogeneidade. Assim, as questões de investigação, de um ponto de vista geográfico, passam a ser “quem obtém o quê, quando, como, por quê e onde”. Na perspectiva da abordagem que integra natureza e sociedade, Romero e

Vásquez (2008, p.119) ainda acrescentam outra questão, qual seja, “quais são as inter-relações recíprocas entre os padrões espaciais e padrões de efeitos socioculturais e biogeofísicos na definição da paisagem humana”.

Para Santos (2002), é possível fazer uma periodização diante das paisagens elaboradas pelo homem pelo uso efetivo das técnicas, porque as técnicas são fenômenos históricos, uma vez que se incorporam à vida de uma sociedade.

É o lugar que atribui às técnicas o princípio de realidade histórica, relativizando o seu uso, integrando-se num conjunto de vida, retirando-as de sua abstração empírica e lhes atribuindo efetividade histórica. E num determinado lugar não há técnicas isoladas, de tal modo que o efeito de idade de uma delas é sempre condicionado pelo das outras. (SANTOS, 2002, p. 58)

O que o autor destaca aqui é que as formas de ação da sociedade sobre a natureza mudam ao longo do tempo, condicionadas pelas mudanças nas possibilidades técnicas. Outro aspecto ressaltado é que a dinâmica social ou a ação não se dá independente da dimensão geográfica específica. O arranjo espacial dos objetos é, ao mesmo tempo, condição e consequência da ação humana.

Há, segundo Santos (2002:86), *“em cada momento, uma relação entre o valor da ação e o valor do lugar onde ela se realiza; sem isso, todos os lugares teriam o mesmo valor de uso e o mesmo valor de troca, valores que não seriam afetados pelo movimento da história”*.

Com isso não se pretende ser geodeterminista e dizer que o arranjo espacial dos objetos é a causa última das ações, porém, não se pretende negar a importância da materialidade como um dado ante a ação social. Aqui, além da materialidade construída pelo homem, também se atribui aos componentes naturais a condição de dado passivo e ativo ante a ação social.

Por fim, no que abrange a dinâmica social, cabe ainda considerar as diferentes escalas da ação – existe a escala do comando e a escala da realização da ação, que muitas vezes não se dão no mesmo recorte espacial que se está estudando. *“Esta distinção se torna fundamental no mundo de hoje: muitas ações que se exercem num lugar são o produto de necessidades alheias, de funções cuja geração é distante e das quais apenas a resposta é localizada naquele ponto preciso da superfície da Terra”* (Santos, 2002: 80). Assim, as ações são muitas

vezes estranhas às necessidades e aos fins próprios de uma comunidade e do lugar onde ela vive.

As ações são cada vez mais precisas e, também, mais cegas, porque obedientes a um projeto alheio. Em virtude do papel dos objetos técnicos, a ação é cada vez mais racional, mas a sua razão é freqüentemente, uma razão técnica. Dentro de uma ordem pragmática, a racionalidade do que é fim para outrem acaba sendo a racionalidade do meio e não do sujeito (Santos, 2002:81).

Dessa forma, a dinâmica social compreende, além do trabalho em si, também a divisão do trabalho.

### 1.2.2 O urbano e a cidade

Lefebvre (2001:49) propõe que se institua uma distinção entre a cidade – a realidade presente, imediata, dado prático-sensível, arquitetônico – e o urbano, realidade social composta de relações a serem concebidas, construídas ou reconstruídas pelo pensamento. Mas, como o próprio Lefebvre adverte, essa distinção pode se revelar perigosa, e a denominação proposta não pode ser manejada sem riscos, quando se observa que *“o urbano assim designado parece poder passar sem solo e sem morfologia material, desenhar-se segundo o modo de existência especulativo das entidades, dos espíritos e das almas libertando-se de ligações e de inscrições numa espécie de transcendência imaginária”*. Mas isto não é possível, pois *“a vida urbana, a sociedade urbana, numa palavra ‘o urbano’ não pode dispensar uma base prático sensível, uma morfologia”*. (LEFEBVRE, 2001:46).

Este mesmo entrelaçamento entre os termos cidade e urbano é apontado por urbanistas de outras vertentes teóricas, como Wirth (1967), que considera que o que caracteriza a cidade é o modo de vida urbano, a capacidade de a cidade “moldar o caráter da vida social à sua forma especificamente urbana”, por meio da “inter-relação da estrutura física, do sistema de organização social, do conjunto de idéias e formas de comportamento coletivo e mecanismos de controle social” (WIRTH, 1967, p. 107).

A importância desta distinção de conceitos complementares está na perspectiva de pensar que o modo de vida urbano não se restringe ao perímetro urbano; há o urbano que transcende a limitação física da cidade e, ao mesmo tempo, inscreve uma materialidade em um espaço mais amplo. Assim, o estudo dos problemas ambientais urbanos e as propostas de minimização dos mesmos têm de ser pensadas em uma escala de ação também mais ampla, que abarca, de forma integrada, a cidade e seu espaço circundante imediato (o rural) e, até mesmo, espaços mais distantes.

Por outro lado, a cidade (base prática sensível, morfologia) sempre teve relações com a sociedade no seu conjunto, com sua composição e funcionamento, com seus elementos constituintes (relações de produção, poder ofensivo e defensivo, poderes políticos, estados, etc) e com sua história. Portanto, como observou Lefebvre (2001: 46), ela muda quando muda a sociedade no seu conjunto. Lefebvre considera que, para serem compreendidas as transformações na cidade, deve-se atentar para dois níveis de relações sociais em interação; assim,

[...] as transformações da cidade não são só resultados passivos da globalidade social, de suas modificações. A cidade depende também e não menos essencialmente das relações de imediatez, das relações diretas entre as pessoas e os grupos que compõe a sociedade (famílias, corpos organizados, profissões e corporações). Ela não se reduz mais à organização destas relações imediatas e diretas. Nem suas metamorfoses se reduzem as mudanças nessas relações. Ela se situa num meio termo, a meio caminho entre aquilo que se chama ordem próxima (relações dos indivíduos em grupos mais ou menos amplos, mais ou menos organizados e estruturados, relações desses grupos entre eles) e a ordem distante, a ordem da sociedade, regida por grandes e poderosas instituições (Igreja, Estado, Empresas), por um código jurídico formalizado ou não, por uma cultura e conjuntos significantes. (LEFEBVRE, 2001:46)

Desta forma, o autor valoriza as persistentes relações “cidade-território”, ao mesmo tempo em que admite que exista o que Santos (2002, p 166-167) chamou de relações do acontecer homólogo, ou seja, aquelas geradas pelo cotidiano compartilhado mediante regras que são localmente formuladas ou reformuladas.

Outra perspectiva fundamental no entendimento da dinâmica social urbana é a superposição ou co-presença de tempos diferenciados no espaço, como foi também observado por Lefebvre (2001) e Santos (2002, 143-165). Enquanto as grandes firmas e as classes detentoras de maior poder econômico procuram acelerar o tempo, a outra parcela da população, desprovida do aparato tecnológico,

vive no tempo lento. Além disso, como observa Mendonça (2004, p.140-141), se as primeiras tentam controlar o tempo e a natureza, a segunda é mais vulnerável aos impactos e riscos dos fenômenos ligados ao tempo rápido da natureza, como por exemplo, uma chuva torrencial concentrada.

Lefebvre considera que aquilo que se inscreve e se projeta sobre um local como cidade *“não é apenas uma ordem distante, uma globalidade social, um modo de produção, um código geral, é também um tempo, ou vários tempos, ritmos”* (Lefebvre, 2001: 56-57). Da mesma forma, Santos considera que:

Em cada lugar, os sistemas sucessivos do acontecer social distinguem períodos diferentes, permitindo falar de hoje e ontem. Este é o eixo das sucessões. Em cada lugar, o tempo das diversas ações e dos diversos atores e a maneira como utilizam o tempo social não são os mesmos. No viver comum de cada instante, os eventos não são sucessivos, mas concomitantes. Temos aqui o eixo das coexistências. (Santos 2002: 159)

Aqui se define um aspecto importante do ponto de vista metodológico, qual seja, o de que o entendimento dos lugares em sua situação atual e em sua evolução depende da consideração do eixo das sucessões e do eixo das coexistências. Também Lefebvre (2001, p. 48) considera que não há obra sem uma sucessão regulamentada de atos e ações de decisões e de condutas, sem mensagens e sem códigos; tampouco há obras sem coisas, sem uma matéria a ser modelada, sem uma realidade prática sensível, sem um lugar, uma “natureza”, um campo e um meio. Sob esta perspectiva, o específico da cidade foge diante dos esquemas simplificadores – a análise pode agora perceber como e por que processos globais (econômicos, políticos, culturais) modelaram o espaço urbano e a cidade, sem que a ação criadora decorra imediata e dedutivamente desses processos. Com efeito, se eles influenciaram os tempos e os espaços urbanos, eles o fizeram permitindo que grupos aí se inserissem e, por sua vez, se encarregassem deles, que se apropriassem deles; e, nisto, reinventassem o espaço, esculpindo-o (para empregar uma metáfora), atribuindo-lhe ritmos.

A cidade se transforma não apenas em razão de “processos globais” relativamente contínuos (tais como o crescimento da produção material no decorrer das épocas, com suas consequências nas trocas, ou o desenvolvimento da racionalidade), mas também em função das modificações profundas no modo de

produção, nas relações cidade-campo, nas relações de classe e de propriedade. O trabalho correto consiste aqui em ir dos conhecimentos mais gerais aos conhecimentos que dizem respeito aos processos e às discontinuidades históricas, à sua projeção ou refração na cidade, e, inversamente, dos conhecimentos particulares e específicos referentes à realidade urbana para o seu contexto global (LEFEBVRE, 2001: 53).

O que podemos considerar como sequência quando queremos entender a produção do espaço? A história real da vida dos lugares mostra que os objetos são inseridos em um meio segundo uma ordem, uma sequência, que acaba por determinar um sentido àquele meio. É diferente se, em uma rua, criamos primeiro um edifício ou se a asfaltamos, se criamos antes a rua asfaltada e depois melhoramos as infra-estruturas subterrâneas, se estabelecemos primeiro a escola, ou o hospital ou o banco. O resultado das combinações não é o mesmo, segundo a ordem verificada, como afirma Santos (2002: 158). Esta ordem é ditada na cidade atual muito mais pelo valor de troca desses objetos do que pelo valor de uso.

O eixo das coexistências, por sua vez, pode-se esquadrihar desnudando as assimetrias espaciais que correspondem às localizações diferenciadas de distintos conjuntos sociais no interior da cidade. Estas, por sua vez, não podem ser compreendidas sem as instituições oriundas das relações de classe e de propriedade. O urbano não é somente produto da mera concentração do processo produtivo. O processo produtivo é quem comanda as determinações sociais, políticas, ideológicas e jurídicas, mas ele tem de estar sempre em consonância com as formas de resistência social. Sem essa consonância, as determinações sociais cairiam no exercício pleno da perversidade.

No início desta parte, considerou-se que urbano e urbanização constituem-se em termos que têm vários sentidos, manifestando-se de diversos modos. Neste referencial, enfatiza-se a urbanização considerada como forma espacial, principalmente aquela manifesta na escala do espaço urbano. Esta forma é, porém, entendida como reflexo, meio e condição social ou, em outra perspectiva não dissonante, como o resultado de complexas relações entre processo (estrutura em movimento) e função. O destaque que se dá ao espaço urbano (escala 1:10.000 ou menor) neste trabalho não descarta, porém, a escala do território e da rede urbana,

pois como ensina Corrêa (2007, p.1-2) há intensas conexões entre processos que são elaborados em uma escala e realizados material e funcionalmente em outra escala.

Ainda que se tenha enfatizado nesta parte a dinâmica social, em especial nas cidades, vale lembrar que, justamente pelo adensamento de processos e eventos de ordem social em um mesmo lugar, as cidades são também os lugares de mais efetiva transformação do meio natural. O modo de produção, a evolução tecnológica e as novas formas de comunicação têm contribuído para o crescente distanciamento entre sociedade e natureza. Haesbaert (2003, p.48) afirma até uma espécie de “desterritorialização natural” da sociedade, porque, atualmente, os fenômenos naturais que poderiam ser dimensionados em termos de abrangência e ciclo de recorrência são ignorados de tal forma que, quando ocorrem, desorganizam significativamente os territórios. E acrescenta *“mesmo sabendo que os efeitos desta ‘desterritorialização’ são muito variáveis de acordo com as condições sociais e tecnológicas das sociedades não há dúvida de que temos aí uma outra “força”, não humana, interferindo na construção da territorialidade”*.

Assim, se por um lado a cidade tornou-se o lugar por excelência da realização humana, por outro, acaba sendo o lugar onde ocorrem os maiores problemas ambientais. Como pensar a dinâmica natural neste contexto é o que se apresenta na próxima seção.

### **1.3 A PERSPECTIVA INTERATIVA E INTEGRATIVA**

Na geografia brasileira, um significativo fomento à pesquisa sob a perspectiva da qualidade do ambiente urbano se deve a Monteiro (1975). Em sua tese de livre-docência, intitulada “Teoria e Clima Urbano”, defendida na Universidade de São Paulo naquele ano, Monteiro apresenta uma proposta de teorização e uma nova abordagem metodológica para o estudo do clima urbano, adaptadas às necessidades da realidade brasileira da época. Considera o autor que *“os tratamentos natural e social integrados constituem a base de compreensão dos estudos geográficos”* e busca na sua proposta ver na cidade *“não um antagonismo entre o homem e a natureza, mas uma co-participação”* (MONTEIRO, 1975;

GONÇALVES, 2003; BRANDÃO, 2003). Opta assim por uma abordagem sistêmica e define o Sistema Clima Urbano (S. C. U.) como um *“sistema singular, aberto, evolutivo e passível de auto-regulação”*, abrangendo *“o artefato físico criado pela urbanização, integrado ao suporte geocológico em que se insere, dinamizado pelos fluxos urbanos, é que constitui o operando do S. C. U. cuja estrutura é penetrada e percorrida por fluxos energéticos do operador: a atmosfera”* (MONTEIRO, 2003, p. 41).

Ao propor uma abordagem de análise sistêmica, Monteiro (1976, p. 102-103) adverte que pensa o sistema mais como interação do que na perspectiva de mensuração de fluxos ou armazenagens internas de matéria e energia. O que Monteiro valoriza na perspectiva sistêmica é a disposição das partes ou dos elementos no conjunto, relacionados e coordenados entre si, que funcionam como estrutura organizada que se adapta e produz novos padrões de comportamento e articulação entre as escalas. Esta visão centralizada na percepção humana valoriza, entre as componentes espaço-temporais do sistema climático, a influência das estruturas superficiais, portanto, o que se definiria posteriormente como climatologia geográfica. Monteiro (1976) propôs a análise espacial como fator de organização que teria um papel estruturador da investigação como um todo; esta análise espacial se fundamenta na representação cartográfica do conjunto de complexos territoriais que constituem a base física da área de estudo e daqueles que são o resultado do trabalho humano materializado na forma de casas, fábricas, canalizações, aterros.

Esta proposta, como destacou Mendonça (2004, p. 198) *“leva em conta não somente o diagnóstico da realidade urbana, mas toma-o na perspectiva da solução de problemas ambientais relacionados a três subsistemas do clima urbano, culminando com a elaboração de diretrizes para o planejamento da melhoria das condições de vida na cidade”*.

Avançando na idéia de conceber a cidade dando relevância à interação estabelecida entre as dimensões sociedade e natureza, às dinâmicas e à gênese dos elementos que a compõem, e aos problemas ambientais que decorrem da pressão humana sobre os recursos nos exíguos espaços formados pelas áreas urbanizadas, Mendonça (2004, p. 201-203) propõe uma perspectiva que toma a



cidade como uma totalidade, o Sistema Ambiental Urbano (S. A. U.), que é constituído pelos seguintes subsistemas.

- Subsistema Natural – relevo, ar, água, vegetação e solos.
- Subsistema Construído – habitação, indústria, comércio e serviços, transporte e lazer.

Os atributos do sistema proposto são os seguintes:

- Dinâmica da sociedade – neste âmbito prevalecem as características pertencentes à superestrutura da sociedade (economia e política) e a cultura da população que a constitui, além da educação e da tecnologia. Mendonça (2004, p.203) propõe que muito auxilia na compreensão do dinamismo do fato urbano compreender a cidade na perspectiva de “sistemas de técnicas e sistemas de ações”, proposta por autores como Henry Lefebvre e Milton Santos.

- Dinâmica da natureza – dimensão supra-humana, a qual suplanta os controles exercidos pela sociedade quando se manifesta em episódios extremos e impactantes.

Os resultantes (*output*) do sistema seriam os problemas ambientais urbanos, que demandam atenção da população, da sociedade organizada e das instituições. As inundações seriam um *output* do S. A. U. Mendonça (2004, p. 203) ainda propõe que se pense este sistema na perspectiva do planejamento e gestão socioambiental urbana.

Ainda na perspectiva sistêmica, considera-se fundamental a contribuição de Pigeon (2005), que a propõe para o estudo de riscos em áreas urbanas. Este entende por análise sistêmica a possibilidade de se compreenderem e de se representarem sob forma de sistema as materializações espaciais atuais do risco que constituem as formas de propensão ao risco. Ele retoma a análise de sistemas, tal como foi definida por Walliser: “vontade, em reação às tendências ultra-analíticas de certas ciências, de restaurar uma abordagem mais sintética que reconheça as propriedades de interação dinâmica entre elementos de um conjunto, lhe conferindo um caráter de totalidade”. As definições correntes de sistema insistam sobre as interações. Um sistema é definido por Bertalanffy como um conjunto de elementos em interação mútua, ou por outros como um conjunto de elementos em interação

dinâmica, organizados em função de um objetivo. Pigeon(2005), porém, não aceita a redução da análise à interação equitativa entre todos os parâmetros, dado o problema posto pelos processos naturais em estudos de geografia dos riscos. Há uma natureza não necessariamente modificada pela ação humana, ou desnaturalizada. Há, portanto, limites demonstráveis nas interações, o que impõe a necessidade de não se reduzir um sistema a elas, razão pela qual Pigeon (2005, p. 33) recorre à idéia de entorno do sistema risco. O entorno poderia ser definido pelas causas que agem sobre o sistema sem serem, necessariamente, influenciadas por ele em retorno. As relações entre entorno e sistema só se estabelecem do primeiro para o segundo. Deduz-se a existência de uma fronteira (este termo tomado no sentido sistêmico) que separa o sistema risco, propriamente dito, de seu entorno.

Esta interpretação é imposta pelo fato de que a distribuição dos riscos é parcialmente condicionada às heranças da evolução geomorfológica, ou ao fato de que a ciclogênese ou a tectônica de placas escapam à interferência humana. As influências naturais não desapareceram da problemática dos riscos. Seja porque as heranças do tempo longo geológico continuam a marcar, em parte e indiretamente, os assentamentos humanos, seja porque certos processos físicos atuais escapam a toda forma de intervenção humana, particularmente (especialmente) em suas origens. No cerne do sistema risco, segundo Pigeon (2005), ocorrem as interações dinâmicas entre processos físicos - que materializam espacialmente o risco - e fatores de povoamento - atualmente atrelados à urbanização de maneira indissociável -, que induzem à desigual vulnerabilidade. A vulnerabilidade, como produto da exposição física a um perigo natural e da capacidade humana de se preparar e de se recuperar dos impactos negativos em uma ocorrência efetiva, é uma noção complexa, porque apresenta conteúdos psicológicos, econômicos, patrimoniais, tecnológicos e organizacionais, que se diversificam no espaço e no tempo.

A preferência paradigmática de Monteiro (1976), Mendonça (2004) e Pigeon (2005) pela Teoria dos Sistemas como um sistema de referência está no fato de ela possibilitar uma visão complementar à noção mecanicista na análise; ou seja, uma visão que não se limite a uma simples avaliação em termos de causa-efeito (relação sociedade-natureza, situação-reação, estímulo-resposta), mas que propicie a compreensão da interdependência dos processos em termos de organização

funcional. A sistêmica é essencialmente uma abordagem, um método de compreensão ou de resolução de situações e de problemas complexos.

Esta perspectiva paradigmática serve como ancoradouro da investigação empreendida nesta tese, um esforço de ordenação. Guermond (apud Pigeon 2005) menciona que toda análise geográfica é essencialmente sistemista, já que ela insiste na importância das interações. De fato, a causalidade linear seria, para o geógrafo, um desvio (um erro). O raciocínio geográfico é fundamentado pelo reconhecimento da plurifatorialidade e pelas interações parciais que sugere esta plurifatorialidade identificada. Admite-se, contudo, o freio cultural ante a perspectiva sistêmica, quando nas práticas de pesquisa. Segundo Guigo et al (1995) “o mundo do pensamento sistêmico implica uma mudança de espírito que não é evidente ou ao menos habitual aos espíritos ocidentais. Os raciocínios habituais de tipo cartesiano são analíticos e lineares; o exercício que consiste em pensar globalmente e segundo um raciocínio circular não é imediato”.

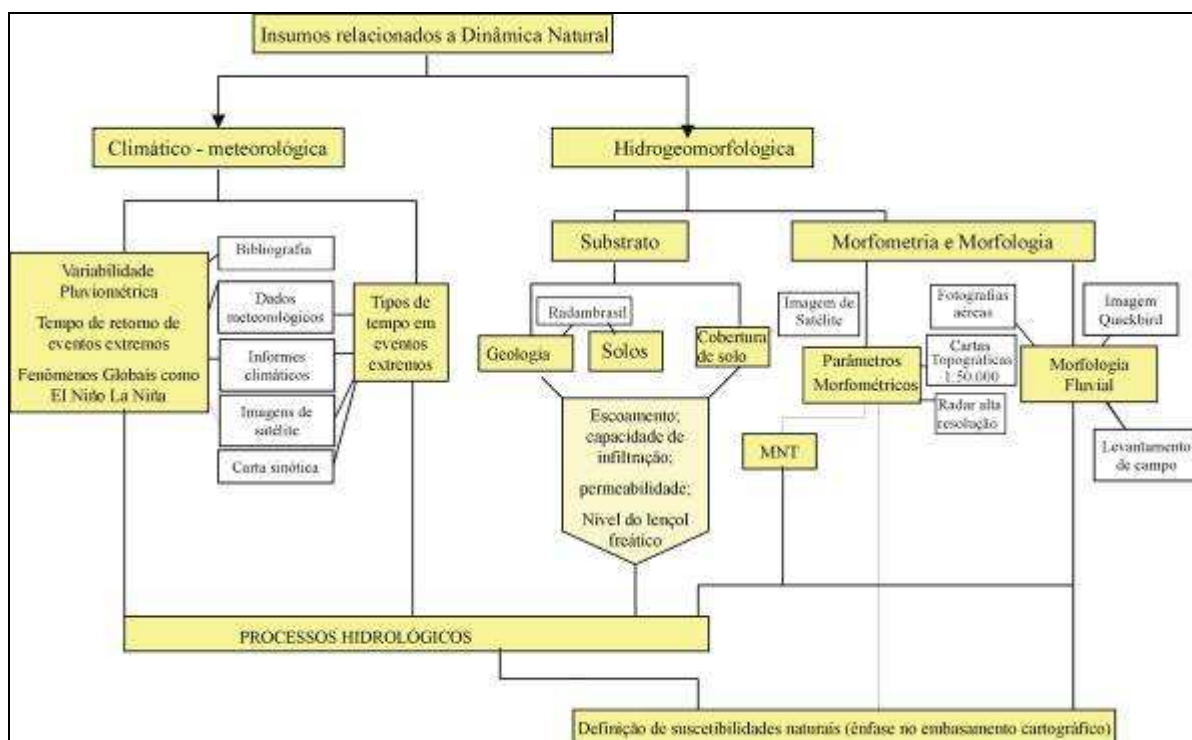
Nos estudos de problemas ambientais urbanos, Coelho (2001, p. 36) considera que “o desafio consiste em conceber uma investigação que não renuncie a crítica dos conceitos, métodos e técnicas e que ‘não cesse de ser investigadora’”.

#### **1.4 ROTEIRO METODOLÓGICO**

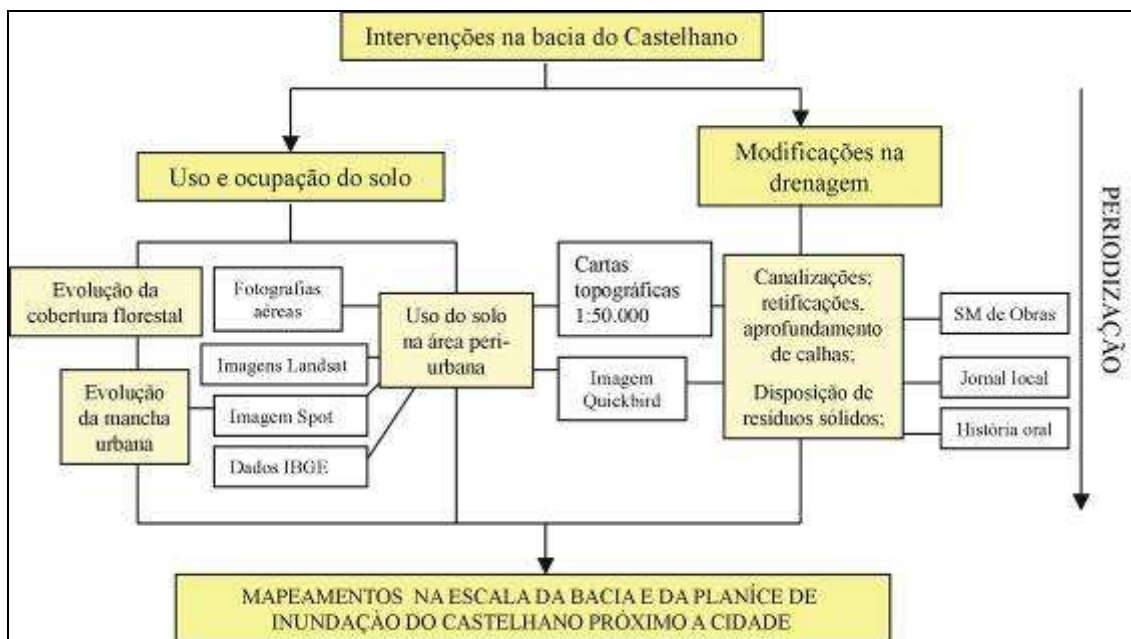
A abordagem do problema das inundações implica um exercício de integração não somente dos fatores físico-naturais que, obviamente, têm grande influência sobre ele, mas também dos fatores sociais e de gestão que estão direta ou indiretamente envolvidos.

Nesta perspectiva, apresenta-se o caminho que foi seguido. A partir da problematização do objeto de estudo e da sistematização dos conhecimentos prévios sobre Venâncio Aires, realizou-se uma segunda fase, que foi a produção dos dados e documentos básicos, principalmente do embasamento cartográfico, para o desenvolvimento da pesquisa. Esta fase se subdivide em três partes. A primeira relaciona-se aos insumos básicos que definem a gênese de inundações na bacia do

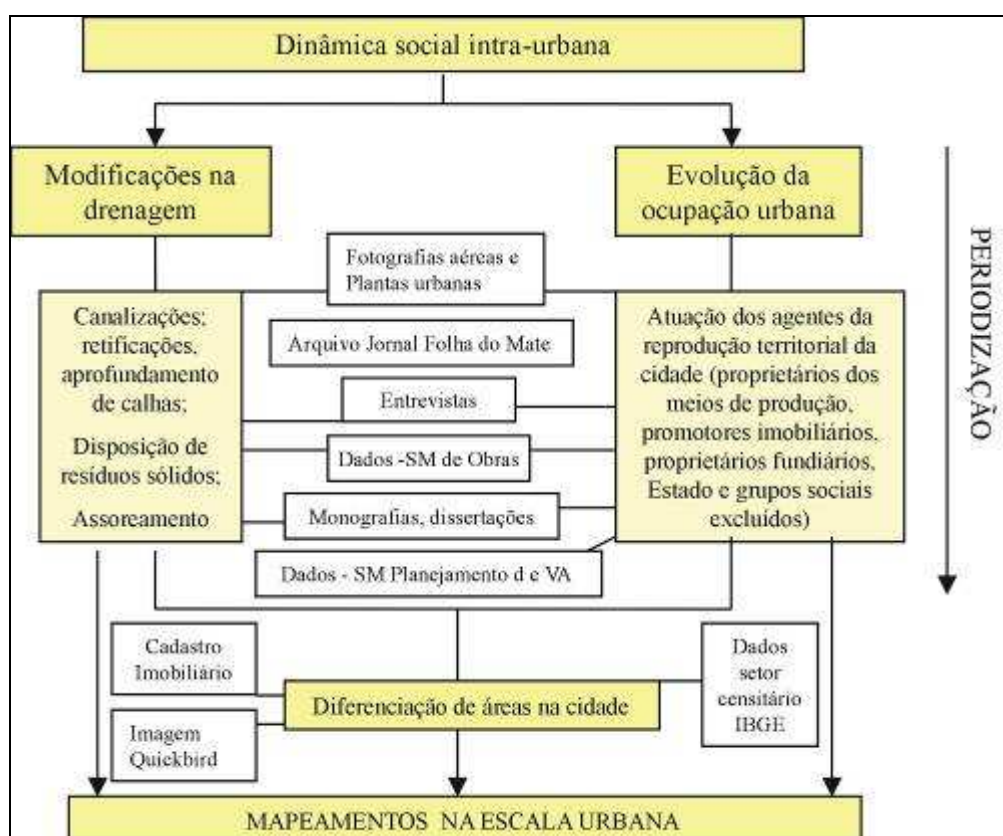
arroyo Castelhana (Fig. 5), a segunda, às intervenções que podem potencializar os processos anteriormente considerados (Fig. 6), e a terceira, à dinâmica social urbana da cidade de Venâncio Aires e à ampliação da degradação ambiental e da vulnerabilidade (Fig. 7). Nesta fase, valoriza-se a evolução no tempo de parâmetros que criam o risco e preparam os danos futuros. A fase seguinte detém-se na interação entre grupos de parâmetros identificados anteriormente, que constituirão uma interpretação dos riscos relacionados às inundações na cidade de Venâncio Aires. Na seqüência, apresenta-se o roteiro metodológico dos aspectos que foram avaliados em cada fase (quadro amarelo) e os dados de que se dispôs para isso (quadro branco), através das figuras.



**FIGURA 5 Fluxograma da organização e análise de dados relacionados à dinâmica natural**



**FIGURA 6 Fluxograma da organização e análise de dados relacionados às intervenções humanas na escala da bacia do arroio Castelhana**



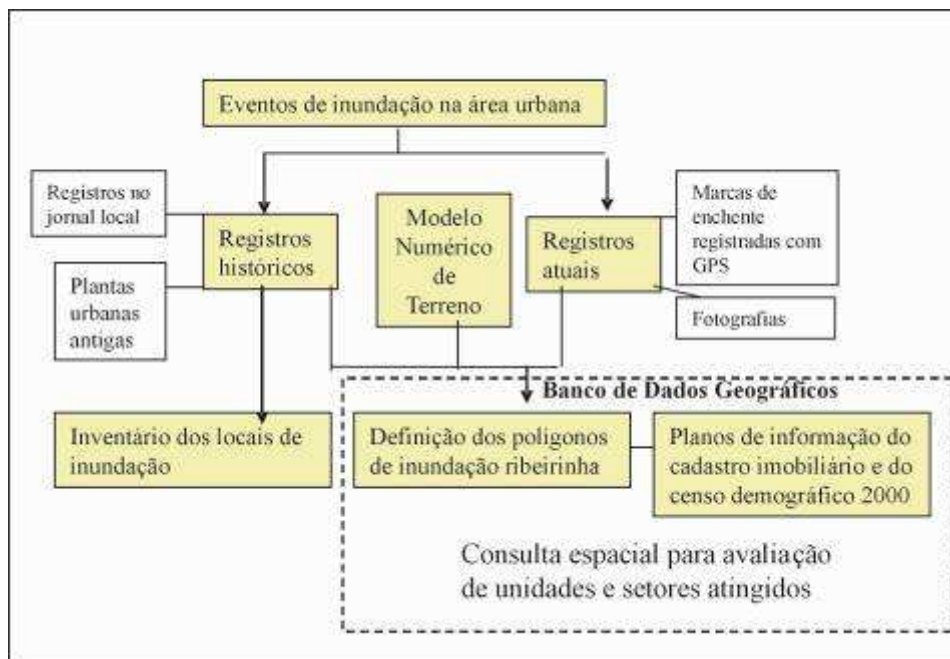
**FIGURA 7 Fluxograma da organização e análise de dados relacionados às intervenções humanas na cidade de Venâncio Aires**

Nos fluxogramas (Fig. 6 e 7), é possível observar que a análise temporal foi incorporada às proposições. Devido ao fato de os problemas ambientais serem resultantes de um processo, considerou-se fundamental na análise a orientação teórico-metodológica conhecida como “periodização e espacialização” (Coelho, 2001, p. 36).

Periodizar a história da cidade implica examinar continuidades e descontinuidades/rupturas ao longo do processo de mudanças, bem como os estados de relativa estabilidade que caracterizam cada um dos momentos identificados. Espacializar não significa apenas posicionar no espaço ou mapear os fenômenos que ocupam uma extensão no espaço, mas, sobretudo, distinguir diferenciações no processo de transformação espacial (COELHO, 2001, p. 36).

De fato, na geografia, a periodização sempre deve vir casada com a espacialização. Para a sua realização, Coelho (2001, p. 37) sugere como auxílios a documentação histórica e a aplicação de questionários e entrevistas para inferir as estruturas sócio-espaciais dominantes em cada período. Também as fotografias aéreas e mapas antigos podem auxiliar nesta recuperação da memória evolutiva, incluindo o registro das áreas afetadas por inundações. Na área em estudo, identificou-se o limite da área inundada em alguns eventos de inundação marcantes na sua evolução urbana.

Na terceira fase de pesquisa, realizou-se relação entre os dados e os documentos elaborados na etapa anterior, a identificação das relações de causa e efeito entre os elementos, assim como a relevância de cada um deles no problema das inundações na cidade de Venâncio Aires (Fig.8). Nesta fase, o método comparativo, potencializado pela criação de um banco de dados geográficas da área de estudo, tornou-se um procedimento metodológico central no registro e na explicação dos processos ambientais e da distribuição de impactos. Comparando-se tipos de ocupação e momentos diferentes de ocupação, variáveis ecológicas, indicadores sociais e econômicos, intensidade de ocorrência de problemas ambientais e políticas governamentais, procurou-se identificar padrões que se relacionam às inundações e indicam processos e estruturas socioeconômicas.



**FIGURA 8 Fluxograma da organização e análise de situações de interação – quando as inundações acontecem**

Além da comparação e do destaque por consulta espacial de determinadas áreas, o banco de dados geográfico permitiu também realizar análises, separadamente, por todos os atributos armazenados e, então, aplicar imediatamente os resultados à área correspondente. Assim, a partir de produtos cartográficos que já haviam sido desenvolvidos anteriormente e dos preparados no desenrolar desta tese, foi possível elaborar uma avaliação de lotes e edificações potencialmente sujeitas ao dano, bem como das áreas mais suscetíveis e das mais vulneráveis ao processo de inundação.

## 2 AS CONDICIONANTES NATURAIS DAS INUNDAÇÕES

O objetivo deste capítulo é avaliar o quanto e em que áreas a configuração da bacia e do vale fluvial do Castelhana e a dinâmica atmosférica favorecem a ocorrência de inundações. Assim, na primeira seção, serão avaliadas as características morfométricas da bacia hidrográfica do arroio Castelhana; na segunda seção, serão consideradas as inter-relações entre aspectos geológicos, geomorfológicos e pedológicos na compreensão da distribuição das áreas sujeitas à inundação; e, na última seção deste capítulo, serão analisados a dinâmica atmosférica e os eventos pluviais concentrados e/ou prolongados.

O que se organizou neste capítulo foram os controles incontestáveis da dinâmica natural para o entendimento da distribuição e das características das inundações: as heranças geológico-geomorfológicas, a evolução das ciclogêneses e das tempestades convectivas e as oscilações climáticas. Por um lado, os eventos que rompem com um ciclo ou ritmo de ocorrência dos processos físicos naturais (atmosféricos, hidrológicos), por outro lado, as marcas que estes deixaram na paisagem (geomorfologia). É o que Pigeon (2005, p. 156) chama de entorno natural<sup>2</sup> do sistema risco.

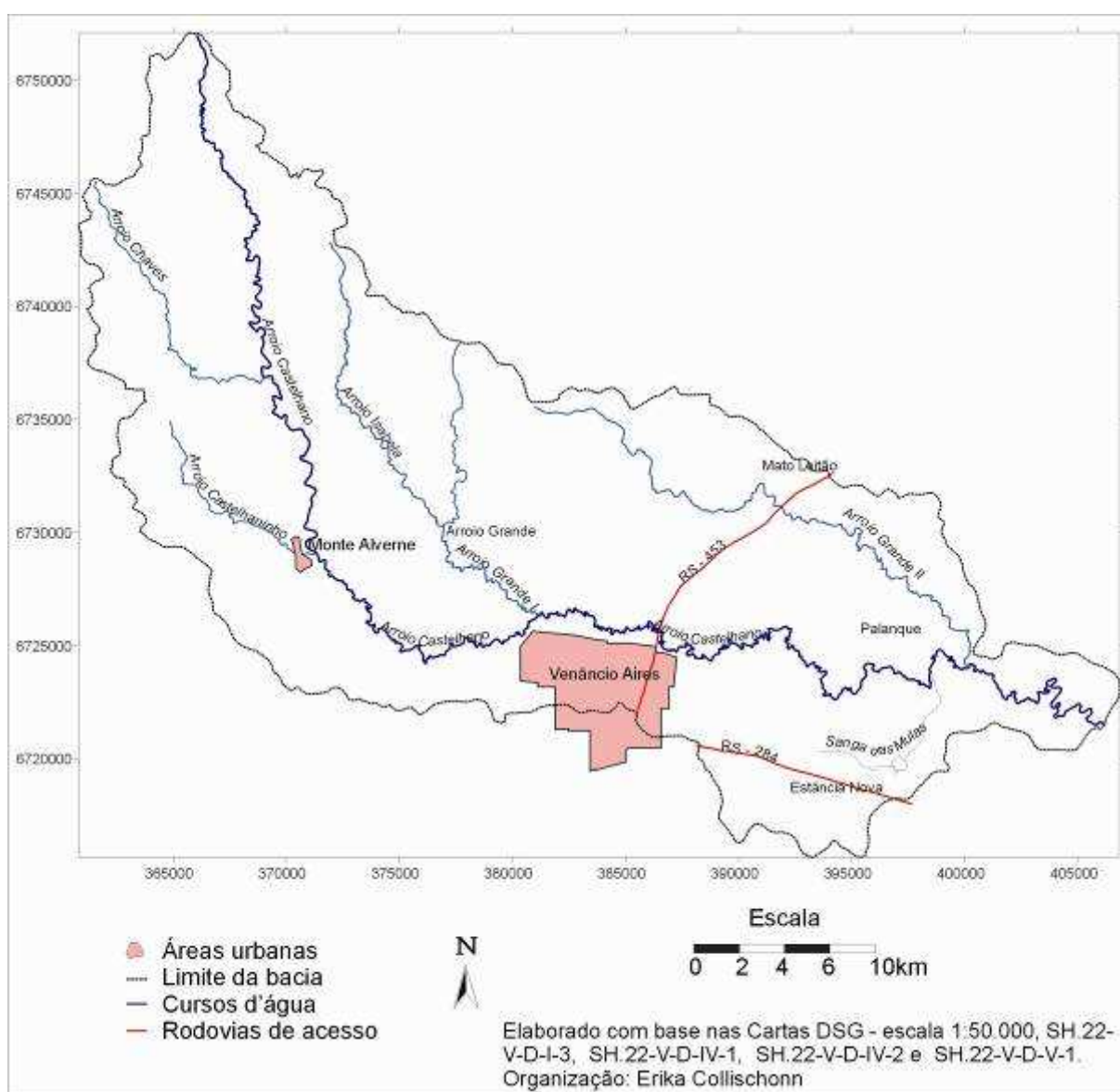
---

<sup>2</sup> Natureza propriamente dita – relacionada aos fenômenos para os quais a comunidade científica ainda não chegou a um consenso quanto à existência ou não de influência humana.



## 2.1 CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DA BACIA DO CASTELHANO

Uma característica da bacia Arroio Castelhana é a transição de seu curso entre dois conjuntos fisiográficos, um fazendo parte da Depressão Central Gaúcha e outro do Planalto das Araucárias. A bacia tem orientação geral noroeste-sudeste. O curso d'água principal tem orientação norte-sul no alto e médio curso e depois toma a direção oeste-leste. Há duas áreas urbanas às margens do Castelhana: Monte Alverne, sede distrital do Município de Santa Cruz do Sul, no médio curso do arroio, e Venâncio Aires, sede do município homônimo, no baixo curso (Fig.9).



**FIGURA 9** Bacia do Arroio Castelhana - Situação

O arroio Castelhana tem como afluentes da margem esquerda dois arroios com o mesmo nome, qual seja, arroio Grande. Em função disso, neste trabalho eles foram diferenciados como arroio Grande I, que tem como tributário o arroio Isabela, e arroio Grande II. Além destes, o arroio Chaves, o arroio Castelhaninho são formadores do arroio Castelhana e, mais próximo a sua foz pela margem esquerda tem-se a sanga das Mulas.

Para se fazer a avaliação morfométrica da bacia do arroio Castelhana foram utilizados um modelo digital de elevação e os dados oriundos das cartas topográficas referentes à região da bacia. Os dados primários para o modelo digital de elevação (MDE) utilizado, com aproximadamente 90 metros de resolução espacial, são originários da missão de mapeamento do relevo terrestre SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*).<sup>3</sup>

A morfometria é “*utilizada com o objetivo de encontrar ligações entre parâmetros tradicionalmente descritivos de uma bacia e seus possíveis condicionantes*” (LORANDI & CANÇADO, 2002, p.43). Chistofolletti (1999) considera que, quando se estuda uma bacia hidrográfica, há uma série de indicadores utilizados para fornecer informações sobre o conjunto integrativo do sistema. A caracterização morfológica deve apresentar as seguintes variáveis: área, perímetro, forma, comprimento e topografia da bacia, hierarquia e comprimento total dos canais, quantidade de cursos d’água, densidade de drenagem, densidade de rios, relação de bifurcação e índice de rugosidade.

### **2.1.1 Área, perímetro e comprimento da Bacia**

O cálculo para estimar a área da bacia hidrográfica foi realizado através de dois métodos. O primeiro foi o uso de um arquivo vetorial, constituído de um polígono com 2.249 vértices, no *Software* AutoCADMap, resultando em uma área de

---

<sup>3</sup> Os MDEs foram gerados por interferometria de radar desenvolvida pela NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) e pela NGA (*National Geospatial-Intelligence Agency*) dos Estados Unidos no ano 2000. Os dados obtidos pelo mapeamento foram disponibilizados pelo USGS (*United States Geological Survey*) Eros Data Center.

677,2464 km<sup>2</sup>. O segundo foi o uso de um arquivo de imagem com resolução de 30x30m no *Software* IDRISI. Através desse método, a bacia constitui-se de 752462 células (ou *pixels* com resolução de 30x30m) ou 677,2158 km<sup>2</sup>. A diferença na estimativa entre as duas metodologias utilizadas foi de 0,0306 km<sup>2</sup>, ou seja, de 30600 m<sup>2</sup> (3,06ha), o que corresponde a 0,004% do valor médio das duas estimativas.

O cálculo do perímetro foi efetuado através da medida de distâncias entre os vértices, no AutoCADMap. O perímetro obtido foi P= 159,4303 km.

Comprimento da bacia é a distância em linha reta entre a foz e o ponto mais distante situado no interflúvio. O comprimento da bacia do arroio Castelhana é de 50,75km (Fig.10). Do ponto de vista hidrológico, o comprimento da drenagem principal também é uma característica fundamental da bacia hidrográfica, porque está relacionado ao tempo de viagem da água ao longo de todo o sistema. A extensão do arroio Castelhana, obtida com base no traçado digitalizado das cartas topográficas, é de 106,518km.

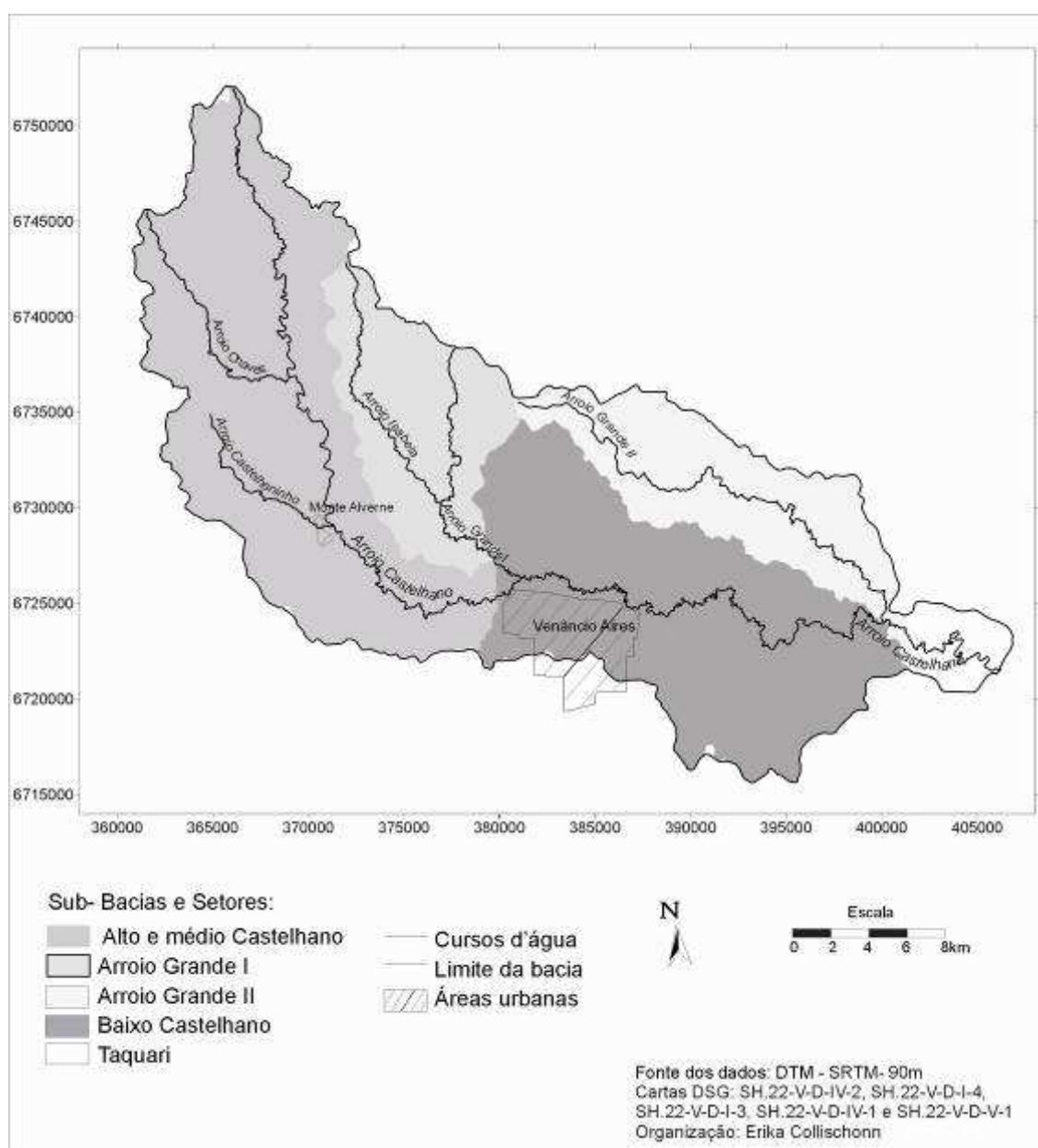
Considerando-se as variáveis área da bacia e precipitação ocorrida ao longo de um determinado intervalo de tempo, pode-se calcular o volume de água recebida neste intervalo de tempo. Assim, para os meses de abril e maio de 1941, que juntos somaram uma precipitação de 868,0 mm (considerando os dados de Santa Cruz do Sul), o volume de água recebido pela bacia foi de 5.878.2314,4 m<sup>3</sup>, o que equivale a 9.636.447,8 m<sup>3</sup>/ dia. Uma chuva de 100 mm em um dia, quando uniformemente distribuída na bacia, corresponde a um volume de 67.721.580 m<sup>3</sup> de água, e uma precipitação de 85 mm em três horas, como a ocorrida em 8 de julho de 2003, corresponde a um volume de 57.563.343m<sup>3</sup> de água sobre a bacia durante este período.

### **2.1.2 Sub-bacias e suas áreas de contribuição**

Para uma avaliação mais detalhada, dividiu-se a bacia do arroio Castelhana em três sub-bacias, além do setor que corresponde ao baixo curso do Castelhana, identificadas a seguir, com suas respectivas áreas:

- Bacia do Alto e Médio Castelhanao - 253,4274 km<sup>2</sup>
- Bacia do arroio Grande I - 93,1428 km<sup>2</sup>
- Bacia do arroio Grande II - 97,7841 km<sup>2</sup>
- Setor do Baixo Castelhanao - 209,5587 km<sup>2</sup>

Esta divisão da Bacia está representada na Figura 10, na qual, além das bacias citadas, temos uma pequena área que foi considerada como fazendo parte diretamente da bacia do rio Taquari, e não mais da do arroio Castelhanao, por ser uma área alagadiça junto a esse rio principal.



**FIGURA 10** Bacia do arroio Castelhanao – Divisão em sub-bacias

A divisão da bacia do arroio Castelhana foi realizada com o propósito de melhor avaliar as águas que contribuem para a vazão que passa na seção transversal do rio na área urbana de Venâncio Aires. Pelo mapa, é possível verificar que a vazão do arroio Castelhana nesta área depende principalmente das precipitações que, por escoamento superficial, atingem os cursos d'água em duas bacias: a do alto e médio cursos do arroio Castelhana e a do arroio Grande I. Observa-se também que as precipitações que ocorrem na bacia do arroio Grande II não contribuem para a vazão na área urbana de Venâncio Aires e deságuam no Castelhana, praticamente na foz deste, contribuindo quase que diretamente para o aumento de vazão do rio Taquari.

Uma precipitação de 100 mm no período de um dia corresponde a um volume de água disponível de 25.342.740m<sup>3</sup> na bacia do Alto e Médio Castelhana e de 9.314.280 m<sup>3</sup> na bacia do arroio Grande I. A precipitação de 85 mm em três horas, como a ocorrida em 8 de julho de 2003, corresponde a um volume de água disponível de 21.541.329m<sup>3</sup> na bacia do Alto e Médio Castelhana e de 7.917.138 m<sup>3</sup> na bacia do arroio Grande I.

O comprimento da drenagem principal da bacia do Alto e Médio Castelhana é de 52.787 m e o comprimento da drenagem principal da Bacia do Arroio Grande I é de 26.612 m, ambos calculados com base no traçado digitalizado das cartas topográficas.

### **2.1.3 Forma da Bacia do Castelhana e de suas sub-bacias**

As bacias hidrográficas têm uma variedade de formas, que supostamente refletem seu condicionamento hidrológico. Em uma bacia circular, toda a água escoada tende a alcançar a saída ao mesmo tempo. Já as bacias mais elípticas, que têm a saída da bacia na ponta do maior eixo, apresentam escoamento mais distribuído no tempo, com menores chances de produzirem enchentes bruscas. As bacias ramificadas são formadas por conjuntos de sub-bacias alongadas, que convergem para o mesmo curso principal. Neste caso, uma chuva uniforme, em toda a bacia, pode originar cheias nas sub-bacias, que vão se somar no curso principal, porém não simultaneamente. Portanto, a cheia crescerá, estacionará, ou diminuirá, à

medida que forem se fazendo sentir as contribuições das diferentes sub-bacias. Dois índices são normalmente empregados para a avaliação da forma da bacia: o coeficiente de compacidade e o fator de forma.

### 2.1.3.1 Índice de circularidade e coeficiente de compacidade

Estes dois indicadores propõem a comparação da forma da bacia com o círculo.

O primeiro, o índice de circularidade, segundo Chistofolletti (1999, p.53), foi proposto por Miller em 1953 e exprime a relação entre a área da bacia e a área do círculo de mesmo perímetro. Conforme proposto, a fórmula para o cálculo do índice de circularidade ( $I_c$ ) é:

$$I_c = \frac{A}{A_c} \quad (1)$$

em que  $I_c$  é o índice de circularidade,  $A$  é a área da bacia considerada, e  $A_c$ , a área do círculo de perímetro igual ao da bacia considerada. O valor máximo a ser obtido é 1,0, e quanto maior o valor, mais próximo da forma circular se encontra o formato da bacia de drenagem.

Assim, sendo o perímetro da bacia em questão 159,4303 km, um círculo com o mesmo perímetro terá raio e área conforme os cálculos a seguir.

Perímetro =  $2\pi r$ , ou seja,  $159,4303 \text{ km} = 2 \times 3,14 \times r$ , portanto, o raio será

Raio =  $159,4303 \text{ km} / 6,28 = 25,39 \text{ km}$ . Assim, a área dessa circunferência será

$$\text{Área} = \pi r^2 = 3,14 \times 644,55 \text{ km}^2 = 2.023,89 \text{ km}^2$$

Comparando-se esta área com a da bacia, chega-se ao índice de circularidade.

$$I_c = A / A_c = 677,2464 \text{ km}^2 / 2.023,89 \text{ km}^2 \text{ ou seja, } I_c = 0,33$$

Através desse índice, percebe-se que a bacia está mais próximo do retangular. Também foi calculado o índice de circularidade das sub-bacias que

contribuem para a vazão do Castelhana na área urbana de Venâncio Aires: bacia do Alto e Médio Castelhana e bacia do arroio Grande I (Tabela 1). O Arroio Grande II não consta na tabela porque não contribui para a vazão do arroio Castelhana na área urbana.

**TABELA 1 Perímetro, área e índice de circularidade das sub-bacias que contribuem para a vazão do arroio Castelhana na área urbana.**

Sub-bacia	Perímetro (km)	Área (km <sup>2</sup> )	Índice de Circularidade
Alto e Médio Castelhana	96,653	236,86	0,34
Arroio Grande I	53,319	93,09	0,41

Estas sub-bacias também apresentam baixo índice de circularidade. Conforme os resultados desse índice, o Arroio Grande I tende a apresentar escoamento e descarga do seu deflúvio direto mais rapidamente, produzindo picos de enchente de magnitudes relativamente maiores no seu baixo curso do que a bacia do Alto e Médio Castelhana, na qual o escoamento é mais gradual e a capacidade de armazenamento da água é maior.

O coeficiente de compacidade ( $K_c$ ), por sua vez, é um número adimensional, que varia com a forma da bacia, independentemente do seu tamanho; quanto mais irregular for a bacia, maior será o seu coeficiente de compacidade. Um coeficiente mínimo, igual à unidade, corresponderia a uma bacia circular. Desconsiderando outros condicionantes, em chuvas uniformemente distribuídas na bacia, a tendência a maiores enchentes é tanto mais acentuada quanto mais próximo da unidade for o valor desse coeficiente. O coeficiente de compacidade é a relação entre o perímetro  $P$  da bacia e a circunferência  $A$  de um círculo igual à área da bacia, de raio  $r$ . Portanto, para a bacia do arroio Castelhana têm-se:

$$\text{Circunferência } A \text{ de um círculo igual à área da bacia} = 92,22 \text{ km}$$

$$K_c = 0,28 \times P/A = 0,28 \times (159,43 \text{ km} / 92,23\text{km}) = 1,73$$

O coeficiente de compacidade obtido foi  $K_c = 1,73$ , o que demonstra que a bacia é bastante irregular. Já para as sub-bacias do Alto e Médio Castelhana e do arroio Grande I, os valores de  $K_c$  foram, respectivamente, 1,75 e 1,51.

O cálculo deste coeficiente permite concluir que as bacias em questão estão mais próximas à forma retangular e que a bacia do arroio Grande I é a que mostrou coeficiente um pouco menores do que as outras.

### 2.1.3.2 Fator de forma

O fator de forma é um índice que exprime a maior ou menor tendência para enchentes em uma bacia. Uma bacia com fator de forma mais baixo apresenta menor tendência para as cheias do que uma bacia de mesmo tamanho, mas com fator de forma superior. Isso se deve ao fato de que, em uma bacia estreita e longa, com fator de forma baixo, há menor possibilidade de ocorrência de chuvas intensas cobrindo toda a sua extensão simultaneamente; além disso, em uma bacia com essas características, a contribuição dos tributários atinge o curso d'água principal em vários pontos, afastando-se, portanto, da condição circular, já discutida anteriormente, na qual a concentração de todo o deflúvio da bacia se dá em um único ponto.

Trata-se o fator de forma ( $K_f$ ) de um índice obtido a partir da relação entre a largura média e o comprimento axial da bacia. Mede-se o comprimento da bacia ( $C$ ) quando se segue o curso d'água mais longo desde a desembocadura até a cabeceira mais distante da bacia. A largura média ( $L$ ) é obtida quando se divide a área pelo comprimento da bacia.

$$K_f = \frac{L}{C} \quad (2)$$

em que  $K_f$  é o fator de forma da bacia,  $L$  é a largura média da bacia, e  $C$  é o comprimento da bacia.

$$L = \frac{A}{C} \quad (3)$$



em que  $L$  é a largura média da bacia,  $A$  é a área da bacia, e  $C$  é o comprimento da bacia.

$$Kf = \frac{A}{C^2} \quad (4)$$

em que  $Kf$  é o fator de forma da bacia,  $A$  é a área da bacia, e  $C$  é o comprimento da bacia.

**TABELA 2 Comprimento, área e fator de forma (Kf) da bacia do arroio Castelhana e sub-bacias.**

Sub-bacia	Comprimento (km)	Área (km <sup>2</sup> )	Fator de Forma (Kf)
Arroio Castelhana	106,52	677,25	0,06
Alto e Médio Castelhana	29,98	236,86	0,35
Arroio Grande I	17,68	93,09	0,30

Ao analisar os dados contidos na Tabela 2, é possível perceber que, apesar de os coeficientes de forma das sub-bacias também serem baixos, eles são maiores que o da bacia do Castelhana como um todo.

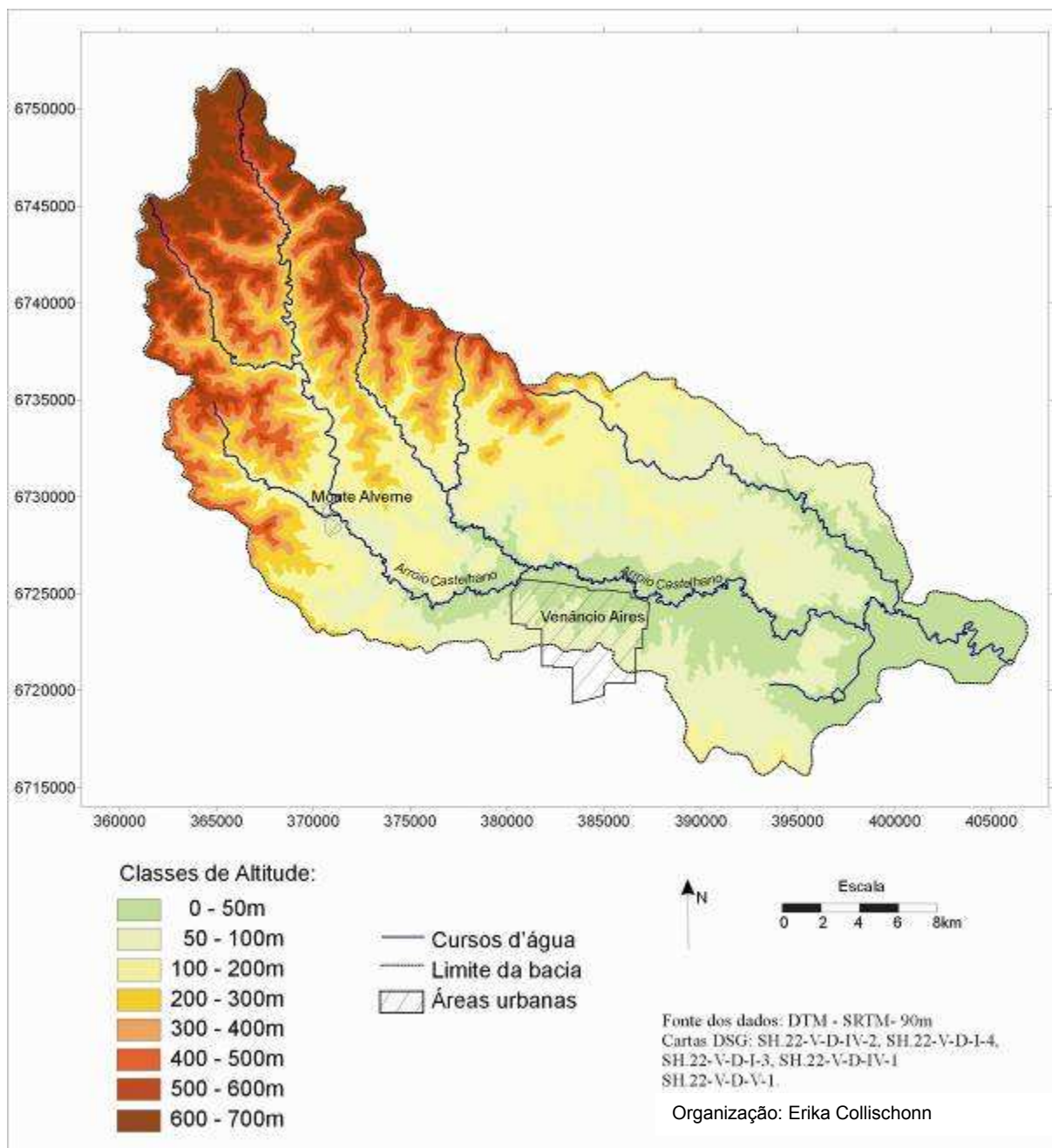
Com base na avaliação pelos dois índices obtidos para a bacia do arroio Castelhana, pode-se afirmar que esta, devido à sua forma alongada, não é uma bacia com tendência a formar uma enchente rápida na foz.

#### 2.1.4 Topografia da bacia do Castelhana

A variação da altitude e a elevação média de uma bacia são também importantes, devido à influência que exercem sobre a precipitação, sobre as perdas de água por evaporação e transpiração e, conseqüentemente, sobre o deflúvio médio. Variações significativas de altitude em uma bacia podem acarretar aumento da precipitação média anual com a elevação.

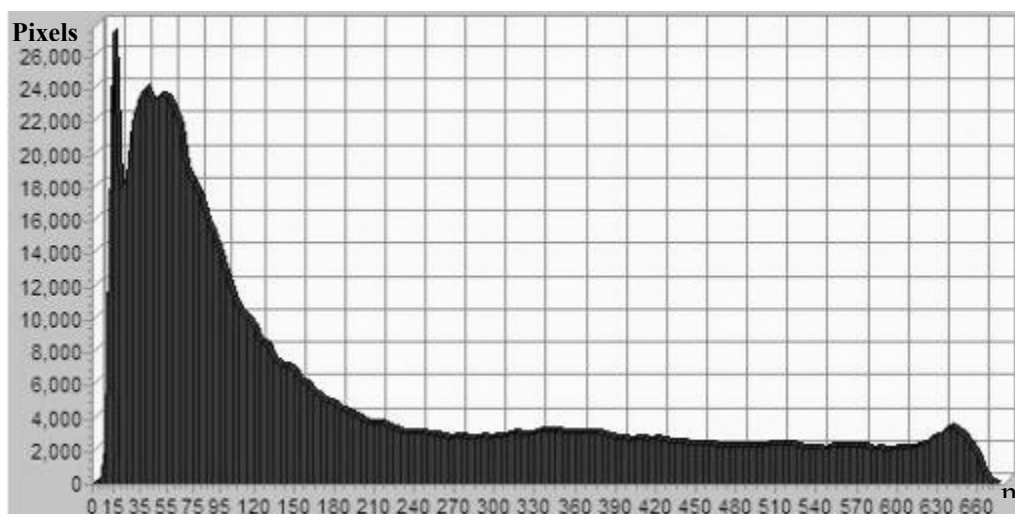
Na bacia do arroio Castelhana, a altitude da cota mais alta é de 679 m, ao passo que, na desembocadura do arroio, a cota mais baixa é de 16 m. A altitude média encontrada no histograma do modelo numérico de terreno foi de 193,69 m, enquanto a altitude mediana foi de 109 m.

A variação da altitude da bacia é apresentada no mapa hipsométrico (Fig. 11). Neste mapa, percebe-se que, na porção da bacia em que o rio corre de noroeste para sudoeste, a amplitude altimétrica é acentuada. Já quando ele passa a correr no sentido oeste-leste, a variação altimétrica não chega a 50 m.



**FIGURA 11 Bacia do arroio Castelhana - Hipsometria**

Outra forma de se avaliar a distribuição das diferentes altitudes na bacia é o diagrama que mostra a freqüência das altitudes em termos de pixels na imagem correspondente ao modelo de terreno (Fig. 12).



**FIGURA 12** Distribuição do número de células (*pixels*) por classes de altitude

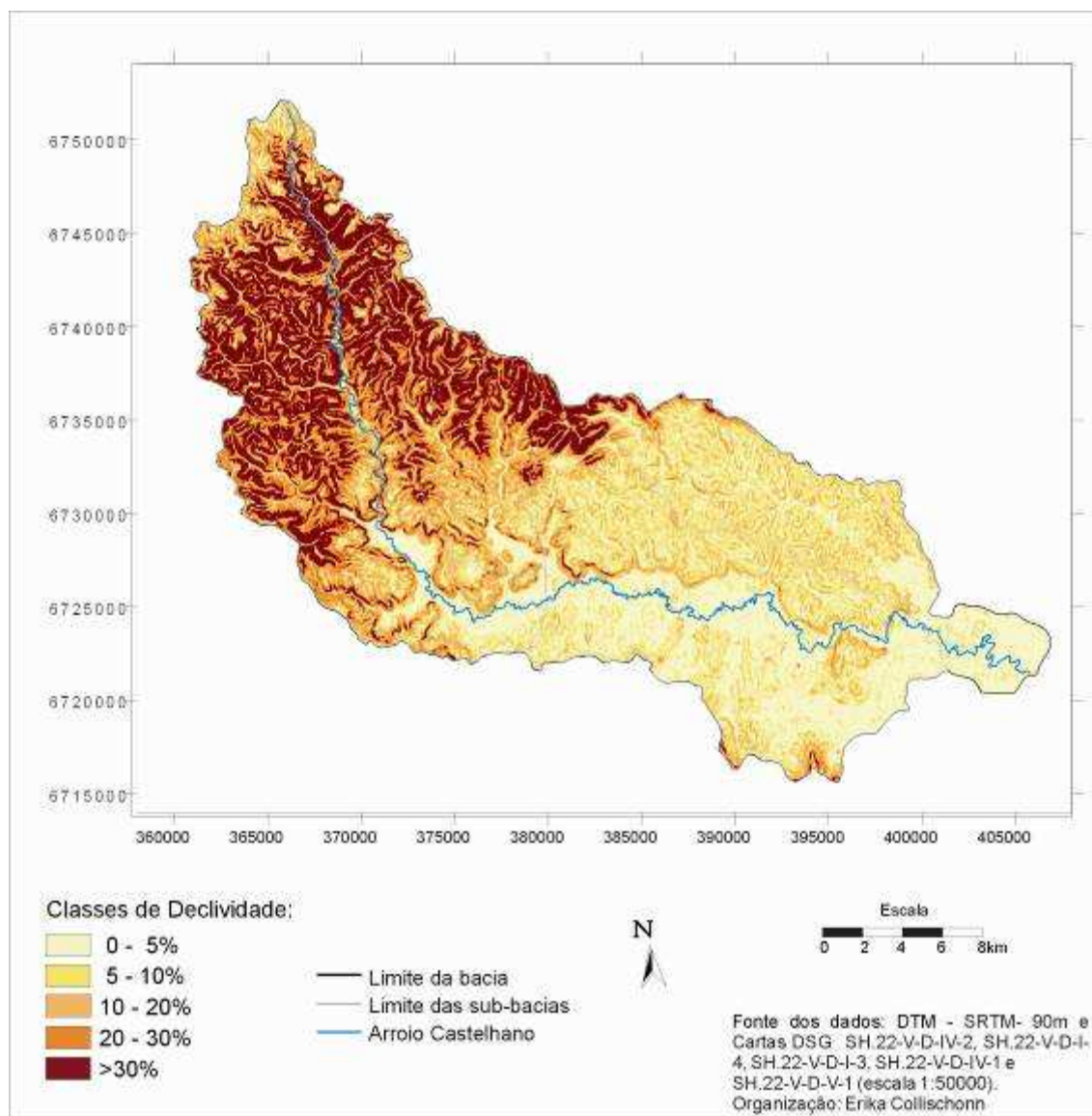
A curva mostra que, para as altitudes menores do que 180 m, a freqüência de células é grande, ou seja, há uma grande área da bacia que está abaixo dessa cota altimétrica, ao passo que, a partir dos 180 m, há uma distribuição regular de células na imagem por cotas de altitude. As classes de altitude que apresentam maior freqüência são aquelas entre os 20 m e os 140 m, que representam mais de 50% da área da bacia, sendo que a classe de 40 m a 60 m é a mais representativa, 85,14km<sup>2</sup>; ou seja, 12,57% dos terrenos da bacia encontram-se nesta faixa de altitude. Os dados também mostram, todavia, que aparentemente não há muitos ressaltos ou patamares na área de maior variação de altitude.

### 2.1.5 Declividade da bacia do Castelhanao

A maior ou menor oportunidade de infiltração e, por conseguinte, a magnitude dos picos de enchente dependem da rapidez com que ocorre o escoamento sobre os terrenos da bacia. Entre os diversos fatores que fazem aumentar o escoamento em uma bacia, um dos que possui maior importância é a declividade dos terrenos. Teoricamente, quanto mais íngremes os terrenos, maior o escoamento superficial.

Na bacia do arroio Castelhanao (Fig. 13), destacam-se os terrenos de maior inclinação a oeste e a noroeste da bacia do Arroio Castelhanao e as áreas de baixa

declividade nos terrenos do centro para o leste da Bacia. A marcante mudança na inclinação das vertentes que ocorre quando a bacia muda sua direção para leste também se manifesta no perfil longitudinal do canal principal.



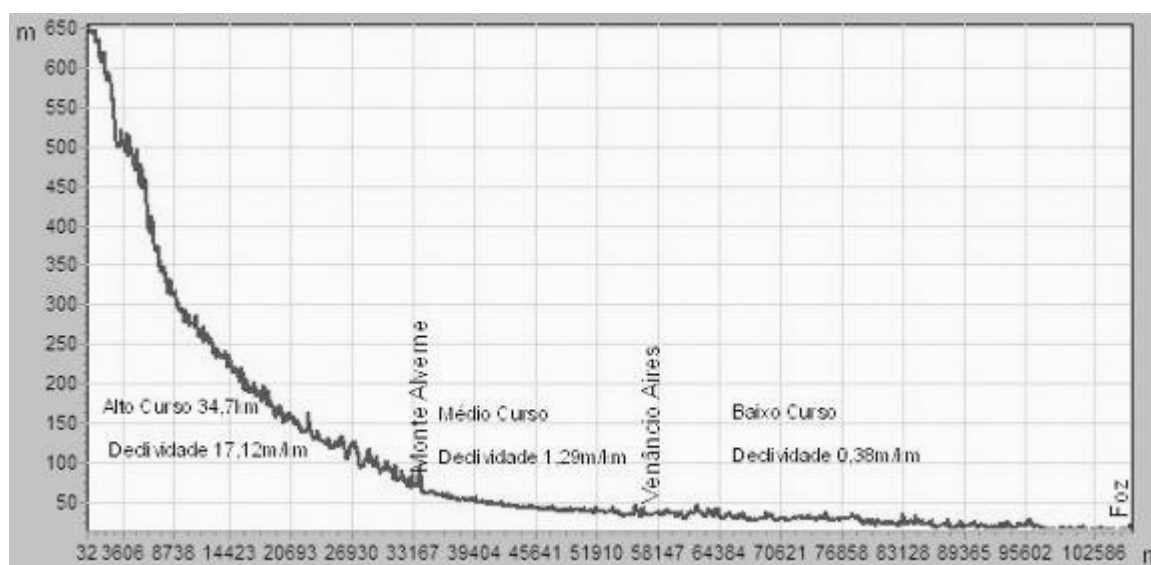
**FIGURA 13** Bacia do arroio Castelhana - Distribuição de classes de declividade.

Na figura 13, os terrenos em cor marrom (declividade >30%) apresentam um escoamento superficial mais imediato, diminuindo o tempo que a água da chuva leva para se concentrar nos leitos fluviais. Desta forma, os vales fluviais adjacentes a estas áreas constituem-se em áreas de risco de inundações bruscas.

A inclinação média das vertentes da bacia do arroio Castelhana, calculada com base no modelo digital de elevação foi de 15,8%. Nas bacias do Médio e Alto Castelhana e na bacia do arroio Grande I, as declividades médias foram, respectivamente, de 24,5% e de 24,3%. Assim, as bacias cujos escoamentos contribuem para a vazão do arroio Castelhana junto à cidade de Venâncio Aires apresentam relevo montanhoso fortemente dissecado. Já a bacia do Baixo Castelhana apresenta um relevo levemente ondulado, com uma declividade média de 6.3%.

### 2.1.6 Perfil do rio principal e tempo de concentração

O perfil longitudinal de um rio expressa a relação entre seu comprimento e sua altimetria, isto é, o seu gradiente. O perfil do arroio Castelhana (Fig.14) pode ser segmentado em três partes, de acordo com sua declividade: alto curso, médio curso e baixo curso.



**FIGURA 14 Arroio Castelhana - Perfil longitudinal da nascente à foz**

Em seu alto curso, o arroio Castelhana apresenta forte declive (17,2m/km) e escoamento rápido, intercalado com cachoeiras e corredeiras. Neste trecho entre a nascente e a localidade de Monte Alverne, apesar de o alto curso do Castelhana e de seus afluentes serem ainda cursos de menor volume de água e possuírem fundo rochoso, seus vales bem encaixados expressam forte processo erosivo.

No médio curso, entre a vila de Monte Alverne e a cidade de Venâncio Aires, o declive e a velocidade já são menores, e o arroio passa a descrever curvas, resultantes dos sedimentos trazidos do alto curso. Este trecho tem 22,5 km e declividade de 0,13%. É nesse trecho que o arroio Castelhana recebe as águas do arroio Grande I.

No baixo curso, entre a cidade de Venâncio Aires e a confluência com o rio Taquari, o arroio Castelhana tem 49,3 km e declividade bem baixa, de 0,04%. Neste trecho, o arroio apresenta meandros tortuosos e também se ramifica em dois ou mais canais em alguns momentos.

A declividade média da bacia e a do curso d'água principal são características que afetam diretamente o tempo de viagem da gota d'água da chuva que atinge a região mais remota da bacia, até o momento em que atinge o exutório, o que, em hidrologia, é chamado de tempo de concentração da bacia.

Para estimar o tempo de concentração de bacias da dimensão da bacia do Castelhana e de suas sub-bacias, Collischonn et al (2008, p.3) propõem o uso da equação de Watt e Chow, publicada em 1985:

$$T_c = 7,68 \left( \frac{L}{S^{0,5}} \right)^{0,79} \quad (5)$$

em que  $T_c$  é o tempo de concentração, em minutos,  $L$  é o comprimento do curso d'água principal, em km, e  $S$  é a declividade do curso d'água principal (adimensional).

O tempo de concentração da bacia do Castelhana como um todo seria:

$$T_c = 7,68 (106,518/0,108^{0,5})^{0,79}$$

Ou seja, uma gota de chuva que atinge a área mais remota da bacia leva 740 minutos para atingir o exutório, ou seja, 12 horas e 20 minutos. Considerando-se

somente o trecho do Alto e Médio Castelhana, o tempo diminui para 398 minutos (6 horas e 38 minutos).

Já na bacia do Arroio Grande I, o tempo de concentração é ainda menor, de 163 minutos (2 horas e 43 minutos).

### **2.1.7 Hierarquia da rede fluvial**

O critério de ordenação dos cursos d'água da bacia utilizados neste trabalho foi o proposto inicialmente por Horton, em 1945, e modificado por Strahler, em 1952. Este critério, que é o comumente mais utilizado (Suguio e Bigarella, 1990; Cunha, 1994; Christofolletti, 1999), define que

Os segmentos de canais formadores, sem tributários, são denominados de primeira ordem; da confluência de dois canais de primeira ordem surgem os segmentos de canais de segunda ordem que só recebem afluentes de ordem inferior (segmentos de canais de primeira ordem). Da confluência de dois segmentos de canais de segunda ordem surgem os segmentos de terceira ordem que recebem afluentes de ordens inferiores (no caso, segmentos de primeira e segunda ordem) (CUNHA, 1994, p. 222-223).

Seguindo esta mesma lógica na formação de segmentos de ordem maior, pode-se deduzir que, em uma bacia hidrográfica, o número de canais de diferentes ordens diminui de modo sistemático com o aumento do número de ordem. A contagem dos canais também depende do detalhamento do documento fonte.

Com base nos cursos d'água permanentes e intermitentes registrados nas cartas do Serviço Geográfico do Exército (escala 1:50.000), na bacia do Castelhana foram contados 385 canais de primeira ordem, 75 canais de segunda ordem, 14 de terceira ordem, 3 de quarta ordem e um de quinta ordem. Destaca-se que o arroio Castelhana passa a ser um canal de quinta ordem ainda antes de passar pela cidade de Venâncio Aires, permanecendo nesta mesma ordem nos seus 49 km finais. A formação deste canal de quinta ordem se dá justamente onde confluem as águas da bacia do Alto e Médio Castelhana com aquelas da bacia do arroio Grande I.

Na bacia do Alto e Médio Castelhana foram contados 132 canais de primeira ordem, 25 canais de segunda ordem, 6 de terceira ordem e 1 de quarta ordem. Já na bacia do Arroio Grande, foram contados 48 canais de primeira ordem, 8 de segunda ordem, 2 de terceira ordem e 1 de quarta ordem. O arroio Grande II também é um canal de quarta ordem.

### **2.1.8 Simulação do escoamento superficial**

O volume de água que contribui basicamente para o aumento da vazão que pode originar cheias nos cursos d'água e inundações nas áreas adjacentes é a parcela da precipitação que não se infiltra no solo e que se escoia superficialmente, o também chamado escoamento superficial. Este flui por ação da gravidade, de modo não organizado, das zonas mais elevadas para as zonas mais baixas, na forma de lâmina d'água primeiramente e, posteriormente, concentrado em pequenos riachos, que se reúnem em arroios (ou sangas) e, por fim, em rios. O escoamento superficial constitui uma resposta rápida à precipitação e cessa pouco tempo depois dela, mas é fundamental, porque gera os picos de vazão nos cursos d'água, como resposta aos eventos de chuva. Segundo Collischonn e Tassi (2007, p. 54), *“a geração do escoamento é um dos temas mais complexos da hidrologia, não porque a física envolvida seja complexa, mas sim porque a variabilidade das características da bacia é muito grande”*.

Na perspectiva de quantificar o escoamento superficial, que contribui para a vazão dos cursos d'água e que pode contribuir para a ocorrência de enchente e inundação na Bacia do Arroio Castelhana, desenvolveu-se uma simulação muito simplificada desse processo. O principal objetivo foi o de avaliar o volume de escoamento superficial gerado pela bacia do arroio Castelhana a partir de uma determinada precipitação sobre a bacia, considerando-se o modelo digital de terreno e um coeficiente de escoamento médio. O programa IDRISI possui entre os seus recursos um módulo que permite calcular o escoamento superficial, considerando



estas variáveis. Para rodar o módulo RUNOFF<sup>4</sup>, no entanto, precisa-se, anteriormente, organizar as variáveis em um modo matricial compatível. Como foi utilizada para a caracterização da precipitação uma imagem TRMM, com resolução de 0,25°, os arquivos foram reamostrados para o mesmo formato do modelo digital de terreno. O programa *Runoff* calcula a acumulação da precipitação excedente por célula, baseado em um modelo digital de elevação. Uma análise simplificada considera o escoamento acumulado para um valor unitário por pixel, sem levar em conta o total precipitado e o coeficiente de escoamento. Uma análise adicional permite calcular a acumulação utilizando as imagens de precipitação e o coeficiente de escoamento.

A simulação considerou um total hipotético de 80 mm em três horas de chuva, distribuído igualmente sobre toda a bacia. Para definir esta variável, atribuiu-se o valor de 80 para cada célula de imagem interna a bacia. O modelo digital de terreno utilizado foi o obtido do *STRM* já anteriormente utilizado para caracterizar a bacia, agora reamostrado e filtrado para um pixel de 20 metros. O coeficiente de escoamento é o referente que designa o percentual da chuva que é transformada em vazão. Nesta simulação, utiliza-se o coeficiente de escoamento definido para as bacias do Atlântico Sul com base em médias precipitadas, escoadas e evaporadas ao longo de um ano, que é de 43% (MMA/ANA/SEMARH, 2003). Portanto, não foram utilizados os mapas de Geologia, solos e cobertura dos solos como estava previsto no roteiro metodológico (Fig. 5). Organizadas todas as variáveis, realizou-se o processamento. Como exposto anteriormente, o cálculo da acumulação da precipitação efetiva, ou escoamento superficial por célula, através do módulo *Runoff* do *IDRISI* utiliza um modelo digital de elevação, imagens de precipitação e o coeficiente de escoamento.

A partir do processamento, obteve-se uma imagem em que o valor de cada célula era o escoamento superficial em milímetros, considerando-se o seu posicionamento na topografia. Assim, nas cabeceiras de drenagem, os valores obtidos foram baixos, mas eles aumentaram consideravelmente à medida que os canais e as redes de canais em seus múltiplos níveis hierárquicos se definiram no modelo. Como os valores em milímetros eram muito altos para serem

---

<sup>4</sup> O algoritmo do programa RUNOFF é uma modificação do descrito em Jenson, S. and J. Domingue, 1988, Extracting topographic structure from digital elevation data for geographic information system analysis. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 54:11, 1593-1600.

dimensionados, os dados foram transformados em volume, de milímetros por metro quadrado para  $m^3$ . Além disso, para se ter um valor compatível com o de vazão, transformou-se o valor correspondente a 80 mm em 3 horas em um volume em segundos. Assim, obtiveram-se valores de vazão, devida ao escoamento superficial resultante desta precipitação, próximos de 0, nas cabeceiras de drenagem, até 92  $m^3/s$ , na foz do arroio Castelhana. Perto da cidade, a contribuição da bacia para a vazão do rio, com uma chuva de 80 mm em 3 horas, apresentou valores crescentes, a partir de 60  $m^3/s$ .

## 2.2 CARACTERÍSTICAS MORFOGRÁFICAS DA BACIA DO CASTELHANO

O relevo é o aspecto mais concreto do espaço natural. Mesmo que o relevo não seja matéria como a rocha, como o solo ou mesmo como a água, constituindo-se, segundo Ross, (1990, p.10) *“de formas com arranjo geométrico as quais se mantêm em função do substrato rochoso que as sustentam e dos processos externos e internos que as geram”*, através dele é possível decifrar os processos que ocorreram e ainda ocorrem com as matérias supracitadas em uma determinada área. Além disso, na bacia do arroio Castelhana, apesar de se considerarem as características de povoamento relacionadas às atividades agrárias como as principais responsáveis pela organização do território e, portanto, pelo uso do solo, observa-se que o relevo certamente foi um atributo que contribuiu na diferenciação dos usos da terra.

Nesta parte, realiza-se um inventário da bacia do Castelhana centrado no relevo, procurando-se compreender os padrões espaciais com base no substrato geológico e nos efeitos, principalmente biogeofísicos, mas também socioculturais.

Assim, primeiramente, expõem-se neste inventário as litologias, o arranjo estrutural destas e a tectônica que criaram a macrocompartimentação do relevo regional, bem como se descrevem as características geológico-estruturais dos terrenos da bacia. Na sequência, atenta-se para as formas esculturais produzidas pelo desgaste erosivo das formas estruturais e para os compartimentos de relevo

definidos pelo RADAMBRASIL para a escala 1:250.000. Cada um desses compartimentos apresenta uma especificidade morfológica, de solos e de uso e ocupação do solo. Cada um deles também contribui em maior ou menor grau na especificidade das inundações em Venâncio Aires.

### **2.2.1 Fatores estruturais e a macrocompartimentação do relevo da Bacia**

A descrição do relevo de um território exige breve noção da sua geologia, pois as formas do modelado terrestre são estreitamente relacionadas à estrutura geológica regional, comandada por vulcanismos, falhamentos e resistência diferencial das rochas à alteração química.

Ao nos referirmos a aspectos geológicos da bacia do arroio Castelhana, não estaremos trabalhando com dados primários, estaremos apenas nos reportando às lições de Horbach et al. (1986), do grupo de pesquisa do RADAMBRASIL.

O arcabouço geológico da bacia do arroio Castelhana abrange dois domínios morfoestruturais, de idades e de características petrográficas, estruturais e evolutivas diversas; são eles: a bacia e coberturas sedimentares do Paraná, e depósitos sedimentares cenozóicos.

A bacia do Paraná foi formada há 600 milhões de anos. Esta bacia teve sua gênese quando os terrenos do continente sul-americano encontravam-se em posições altimétricas bem mais baixas que as atuais; assim, é composta tanto de sedimentos marinhos como continentais. Os sedimentos mais antigos são do Paleozóico (sem registro na bacia do arroio Castelhana), os intermediários, do Mesozóico, e os mais recentes, do Cenozóico. Desta forma, nas camadas mais profundas, podem-se encontrar calcários, siltitos e argilitos e, nas camadas intermediárias, um extenso pacote de arenitos de diferentes idades e granulações, destacando-se que nesta bacia ocorreu um extensivo derrame de lavas vulcânicas, que se depositaram em planos horizontais e estratificados. Esta atividade vulcânica ocorreu nos períodos jurássico e cretáceo, na era mesozóica.

No Terciário (há 70 milhões de anos), quando se formou a Cordilheira dos Andes, a porção oriental do continente sul-americano sofreu soerguimentos por epirogênese<sup>5</sup>, processo responsável pela atual macrocompartimentação do relevo da bacia. Foi através da epirogênese, associada a intensos processos de falhamentos e fraturamentos, que o relevo da região sofreu um rejuvenescimento, ficando parte da bacia sedimentar do Paraná em níveis altimétricos mais elevados, formando um planalto<sup>6</sup> e fazendo surgir a escarpa do Planalto das Araucárias, também chamada de Serra Geral. A partir desse processo tectônico, desencadeou-se um prolongado e generalizado desgaste erosivo, originando-se, sobre a borda sul da bacia sedimentar, a Depressão Central Gaúcha<sup>7</sup>. Assim, esta unidade de relevo está esculpida principalmente em sedimentos da borda da bacia sedimentar do Paraná, pela ação da rede de drenagem do rio Jacuí, da qual o arroio Castelhana faz parte. Os depósitos sedimentares cenozóicos, cujo material de origem resulta deste desgaste da borda da bacia sedimentar, são encontrados nas várzeas do arroio Castelhana e do rio Taquari.

As grandes regiões geomorfológicas nas quais se inscreve a bacia do arroio Castelhana, segundo a denominação utilizada pelo projeto RADAMBRASIL (JUSTUS et al, 1986), são Planalto das Araucárias e Depressão Central Gaúcha.

---

<sup>5</sup> Movimento vertical de vastas áreas continentais, que não perturba significativamente a disposição das formações geológicas afetadas, mas provoca falhamentos e fraturamentos, devido aos esforços tensionais (Guerra, 1975).

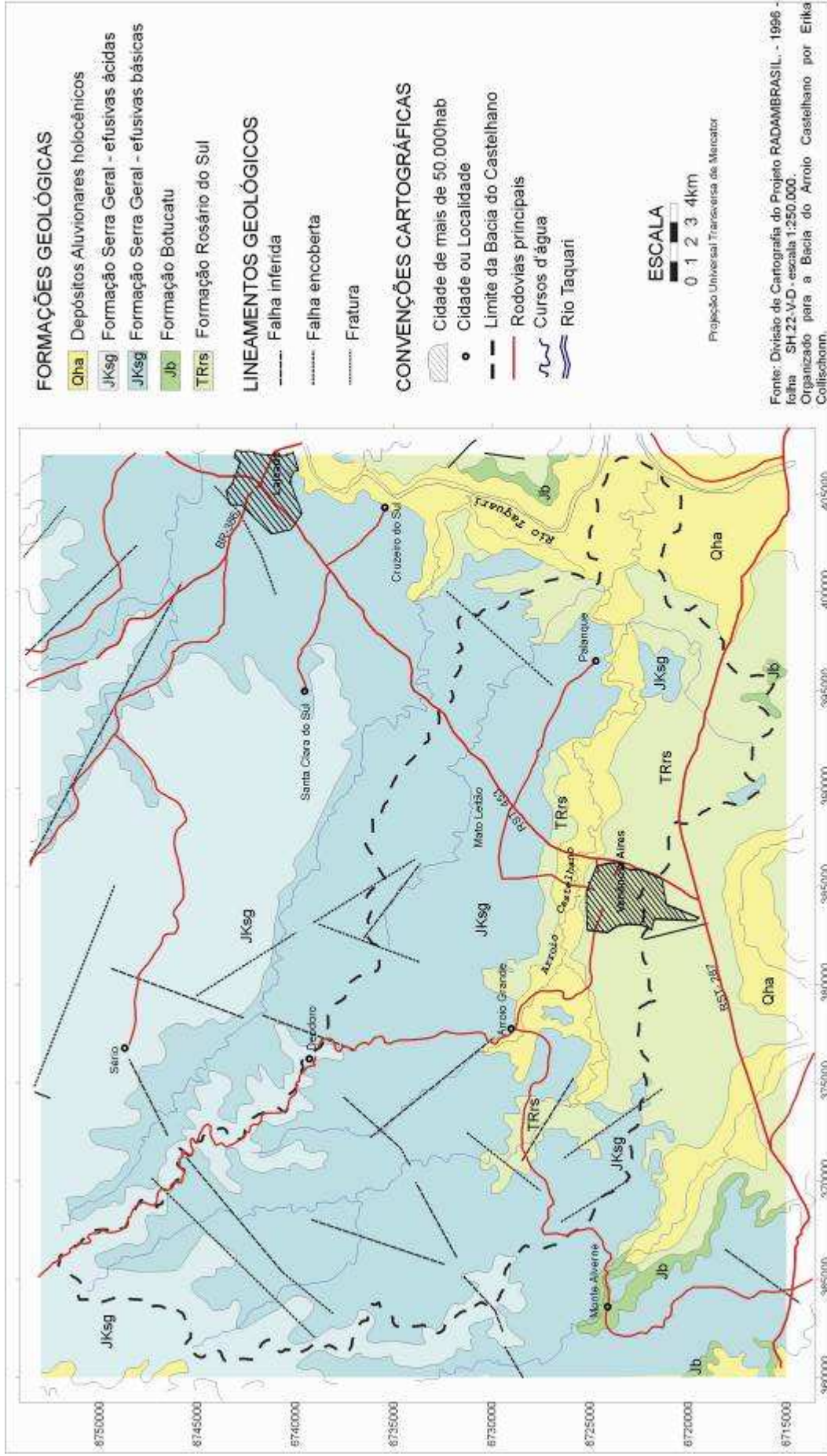
<sup>6</sup> Planalto - terreno que se constitui por superfícies topográficas, irregulares ou não, geralmente com altitudes que superam os 300 m, caracterizado por formas residuais decorrentes de prolongados processos erosivos. Um planalto pode se constituir por um conjunto de morros, colinas, serras, chapadas e escarpas (Guerra, 1975).

<sup>7</sup> Depressão - superfície rebaixada e aplanada por prolongados processos erosivos, que se posiciona entre os terrenos pouco mais elevados dos planaltos. Nela predominam formas aplanadas de relevo, bem como colinas baixas (Guerra, 1975).

## 2.2.2 Características geológico-estruturais dos terrenos da Bacia

Na bacia do arroio Castelhana, podem ser identificados diferentes tipos de substrato geológico, cada um com características próprias em relação à sua composição e origem, ou seja, diferentes formações geológicas. As formações geológicas mapeadas (HORBACH et al., 1986) na área da bacia (Fig.15) são: Formação Serra Geral - JKsg, Formação Botucatu - Jb, Formação Rosário do Sul - TRrs e depósitos aluvionares – QHa. Algumas evidências observadas na área em estudo por Horbach et al (1986, p. 211-214), tais como a maior ou menor espessura das camadas, a não deposição de sedimentação eólica correspondente à Formação Botucatu, assim como a presença de sedimentos fluviais e lagunares ocorrendo entre derrames de lavas basálticas, corroboram, segundo os autores, a hipótese de um inter-relacionamento ambiental à época da deposição das sequências tipicamente fluvial (TRrs) e eólica (Jb) e dos primeiros derrames basálticos da Formação Serra Geral (JKsg). No entanto, estratigraficamente, o substrato considerado mais antigo é o conjunto de sedimentos da Formação Rosário do Sul, seguido do da Formação Botucatu e, finalmente, do da Formação Serra Geral.

A formação identificada neste mapeamento como Rosário do Sul abrange 20% da área da Bacia e se constitui, segundo classificação adotada por Horbach et al (1986, p.211), “o pacote de rochas sedimentares situado estratigraficamente entre as Formações Estrada Nova e Botucatu no Rio Grande do Sul, sendo caracterizado por duas fácies, uma fluvial e outra lacustre, esta última denominada Santa Maria”. Segundo o mapeamento da CPRM, a área identificada como formação Rosário do Sul pelo projeto RADAM, na realidade corresponde aos estratos basais da Formação Santa Maria constituídos por areias grossas a média de paleoambiente fluvial. Assim, toda a área a direita do Baixo-Castelhana apresenta este tipo de litologia, formando segundo Feitas et al (s. d) um aquífero de grande potencialidade em termos de vazões. Na margem esquerda do arroio Castelhana, na estrada que liga Arroio Grande a Monte Alverne afloram os estratos superiores da Formação Santa Maria constituídos por material argilosiltoso de cor vermelhas intensa (Fig.16), podendo conter concreções calcárias e fósseis de répteis do Período Triássico. A sequência, como um todo, apresenta características de deposição em ambiente lacustre com depósitos fluviais intercalados.



**FIGURA 55** Bacia do arroio Castelhano – Geologia.



**FIGURA 16** Formação Santa Maria - estrada entre Arroio Grande e Monte Alverne.

Fonte: Fotografia de Maria Lúcia de Paula Herrmann (setembro de 2007).

A Formação Botucatu (Jb) tem ocorrência aparente à superfície bastante restrita na bacia do arroio Castelhana, mas aflora na elevação denominada “Cerro dos Bois”, a sudeste desta bacia e em elevação junto ao arroio a montante de Monte Alverne. É formada por arenitos de coloração vermelha, rósea e amarelo-clara, de granulação fina e média e foscas. A Formação Botucatu apresenta estratificação cruzada tangencial de grande porte, e suas camadas foram depositadas por ação eólica em ambiente desértico no Cretáceo Inferior e Médio.

Em termos de extensão, a Formação Serra Geral (JKsg) é a mais expressiva, ocupando 69% da área da Bacia, na porção centro-norte da mesma. Esta formação apresenta-se em duas variantes. A primeira variante ocupa 61% da área da Bacia, dominando a maior parte do relevo serrano. Pérez (1991, p.12-13) diferenciou três derrames de rochas efusivas básicas continentais de platô, comumente basaltos e fenobasaltos, no domínio desta variante. O primeiro derrame, de 30 a 70 metros, é formado por basaltos de tonalidade cinza-escura, que ganham a tonalidade vermelha ou parda quando intemperizados. O segundo derrame, de 25 a 40 m de espessura, que pode estar sobre os arenitos da Formação Botucatu ou sobre o derrame anterior, tem cor cinza-escura ou castanho-escura. A terceira camada apresenta espessura máxima de 50 m. As rochas desse derrame estão profundamente fraturadas, devido ao efeito da contração das lavas por resfriamento.

As diáclases têm disjunção colunar em prismas pentagonais, na parte central do derrame, e horizontais, nas proximidades da base e do fim dos mesmos. Por fim, capeando as efusivas básicas, ocorre uma sequência de rochas de composição ácida, constituída de riolitos felsíticos, riodacitos e dacitos felsíticos e seus correspondentes termos vítreos. Esta sequência ocupa 8% da bacia na sua porção mais setentrional. Na Formação Serra Geral, ocasionalmente, ocorrem lentes e camadas de arenitos interderrames, eólicos, de finos a médios, de cor rósea, com estratificação cruzada tangencial e brechas constituídas de fragmentos de basalto e arenitos cimentados por lava basáltica. Também foram identificados por Horbach et al (1986) uma série de lineamentos (falhas, fraturas), que afetam, em maior ou menor grau, a configuração do terreno. Os arroios Grande I e Isabela têm seus vales encaixados em uma falha, enquanto a maior parte dos lineamentos junto ao Castelhana tem orientação nordeste-sudoeste, cortando transversalmente este curso d'água.

Os depósitos aluvionares (QHa) ocupam 11% da área da Bacia, perto da calha dos cursos d'água atuais. Os depósitos aluvionares constituem-se de sedimentação siltico-arenosa, que se desenvolve nas planícies de inundação dos cursos médio e inferior das drenagens principais, locais onde se verificam condições de transbordamento (depósitos aluvionares, areias, cascalheiras e sedimentos siltico-argilosos de planícies de inundação, terraços e depósitos de calha da rede fluvial atual e subatual).

A variabilidade espacial das feições geológicas perpassa a estruturação superficial do terreno na distribuição dos recursos hídricos, pelas suas relações em termos de recarga e descarga nos sistemas de fluxos subterrâneos. Apesar do predomínio de rochas basálticas na bacia do arroio Castelhana, há os afloramentos de mesclas de arenitos e siltitos da Formação Santa Maria e os arenitos da Formação Rosário do Sul, que constituem litologias do denominado Aquífero Guarani. No alto curso do arroio Castelhana e de seus afluentes, estas litologias estão em posição topográfica inferior à do leito dos cursos de água, mas, no médio e no baixo curso deste, a recarga do aquífero certamente contribui para a vazão. Por isso, mesmo em situações de estiagem, a oferta de água no arroio Castelhana é superior à demanda nas condições atuais (como mostra o anexo 1). No caso de



excesso de água, entretanto, a contribuição extra é dada pela precipitação e pelo escoamento superficial.

### **2.2.3 Fatores esculturais e classificação de unidades**

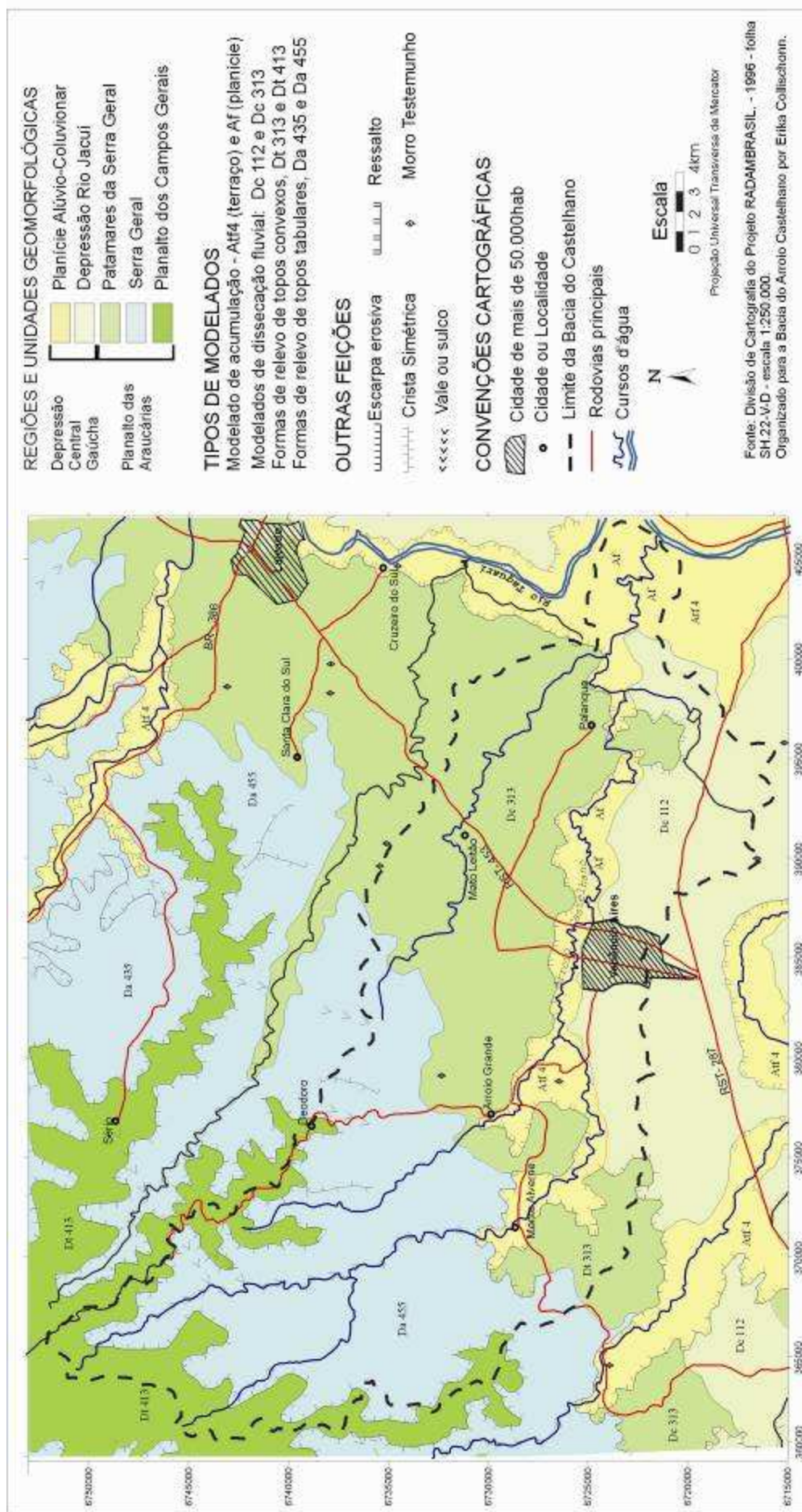
Admitindo-se que, após o Terciário, não tenham mais ocorrido alterações tectônicas significativas na estruturação do relevo local, passa-se a considerar que *ao longo de mais de 70 milhões de anos o desgaste erosivo tenha se processado em ambientes climáticos quentes e úmidos, alternados com climas áridos ou semi-áridos*. Esses diversos ciclos climáticos, denominados paleoclimas, associados às influências estruturais, litológicas e tectônicas, explicam a compartimentação mais detalhada do relevo e do solo da região, definida na carta SH.22-V-D<sup>8</sup>, na escala 1:250.000, elaborada pela equipe do Projeto RADAMBRASIL no período de maio de 1980 a agosto de 1982 (JUSTUS, MACHADO e FRANCO, 1986).

Essa carta geomorfológica, que leva em conta, além da estrutura, a esculturação do relevo pelo desgaste erosivo, foi preparada gradualmente com base em interpretações de mosaicos semicontrolados de imagens de radar e em apoio de campo. No extrato desta carta que abrange a bacia do Castelhana (Fig. 17), constam da região geomorfológica Planalto das Araucárias três unidades, o Planalto dos Campos Gerais, a Serra Geral e os Patamares da Serra Geral, e da região geomorfológica Depressão Central Gaúcha constam as unidades Depressão do rio Jacuí e Planície Alúvio-Coluvionar.

Para o levantamento e para o mapeamento realizados por Justus, Machado e Franco (1986), foram utilizadas técnicas de qualificação e de quantificação dos processos geomorfológicos que aprimoraram o poder de observação e de controle de extrapolação dos processos morfogenéticos a serem representados, definindo assim, além das unidades geomorfológicas, os tipos de modelado. Vários tipos de modelado, de dissecação e de acumulação foram encontrados e mapeados para a bacia do Arroio Castelhana (Fig. 17). Verifica-se também uma correspondência entre as unidades geomorfológicas e os tipos de solos (Fig.18).

---

<sup>8</sup> Este documento foi posteriormente digitalizado, sendo que a compatibilização intertemática das unidades de mapeamento com apoio em imagens de radar e apoio de campo foi realizada sob a responsabilidade de Natanael Sérgio Maciel.



**FIGURA 17** Bacia do arroio Castelhanos - Geomorfologia

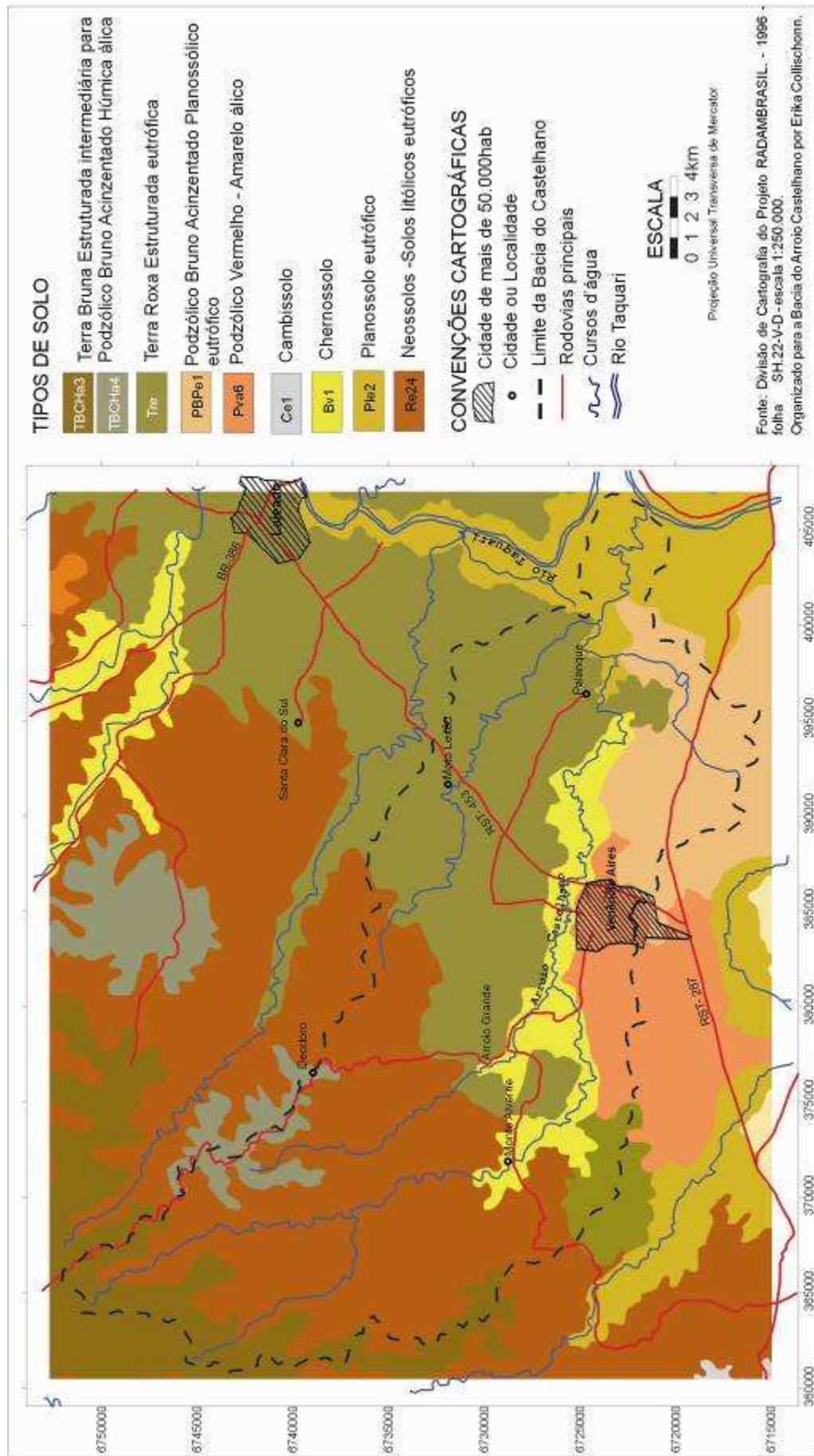


FIGURA 18 Bacia do arroio Castelhano - Solos

## 2.2.4 Unidades geomorfológicas da bacia do Castelhana

Nesta seção, apresentam-se cada uma das unidades geomorfológicas presentes na bacia do arroio Castelhana, com auxílio do relatório que acompanha o mapeamento (JUSTUS, MACHADO e FRANCO, 1986, p. 313-404), também relacionando a cada uma delas o tipo de modelado do relevo (Fig. 17) e de solo (Fig.18).

### 2.2.4.1 Unidade geomorfológica Planalto dos Campos Gerais

A unidade geomorfológica Planalto dos Campos Gerais corresponde à área das nascentes do arroio Castelhana (Fig.19), onde se registram cotas altimétricas acima de 500 m e um relevo mais aplanado. No entanto, na Bacia, sua ocorrência é restrita a 8% da área total. As formas de relevo características são as coxilhas que se desenvolveram especialmente em rochas efusivas de composição ácida, que, na formação Serra Geral, normalmente se apresentam capeando as rochas efusivas básicas.



**FIGURA 19** Nascente de afluente do arroio Castelhana na unidade Planalto dos Campos Gerais, destacando remanescente de araucária.

Fonte: Fotografia de Erika Collischonn (agosto de 2005).

O modelado do conjunto das formas de relevo é de dissecação fluvial, denominado Dt 413, com topos tabulares, conformando feições de rampas suavemente inclinadas e lombas, denotando eventual controle estrutural. Estas formas, com predisposição à erosão mediana, resultam da instauração de processos de dissecação atuando sobre uma superfície aplanada e são definidas pela combinação das seguintes variáveis: densidade de drenagem fina e aprofundamento das incisões muito fraco.

A cobertura de superfície na unidade Planalto dos Campos Gerais é uma associação de terras brunas estruturadas, com tendência a solos podzólicos bruno-acinzentados (identificados como TBCH3 no mapa da Fig. 17 ou solos podzólicos vermelho-escuros (identificados como TBCH4 no mapa da Fig. 17), e litossolos. Todas as variedades desta associação de solos apresentam profundidade entre 50 cm e 2 m e estão moderadamente drenadas. Seu perfil ABC possui conteúdo elevado de argila nos horizontes superiores. Trata-se de solos ácidos, com saturação de alumínio superior a 50%, razão pela qual sua fertilidade natural é muito baixa (Ker et al, 1986, p. 434-435). Localmente, o solo podzólico bruno-acinzentado é denominado terra branca (PÉREZ, 1991, p.70).

A vegetação que originalmente cobria a topografia ondulada dos interflúvios da alta bacia era a floresta ombrófila mista montana, entremeada por espécies da floresta subtropical caducifólia. A estrutura da floresta ombrófila mista original era composta pelas araucárias (*Araucaria angustifolia*), no estrato que emergia sobre outro, formado por variedades de canelas, pela bracatinga e por espécies pertencentes à floresta estacional decidual, como o angico vermelho, o açoita-cavalo, a cabreúva, a canjerana e a guajuvira, que formavam o estrato arbóreo propriamente dito. Por fim, no estrato arbustivo, encontravam-se a erva mate (*Ilex paraguariensis*), o pinheiro-bravo (*Podocarpus lambertii*), a aroeira e o guaramirim.

A transição desta unidade para a da Serra Geral se dá através de uma escarpa erosiva.

#### 2.2.4.2 Unidade geomorfológica Serra Geral

A unidade geomorfológica Serra Geral, que corresponde a 36% da área da Bacia, constitui-se dos terminais escarpados da borda sul do Planalto das Araucárias, desenvolvidos, em especial, sobre rochas efusivas básicas e, mais restritamente, sobre rochas ácidas da Formação Serra Geral. A grande capacidade de incisão linear dos cursos fluviais cujas cabeceiras de drenagem estão situadas no Planalto, a resistência litológica das rochas e o intenso falhamento a que estão submetidas condicionaram o encaixamento da rede fluvial em vales estreitos, profundos, retilíneos e separados por interflúvios de topos planos e vertentes pronunciadas, com rupturas de declive, escarpas, saltos e patamares estruturais (Fig. 20). A erosão fluvial é também a responsável pela intensa dissecação do relevo, sendo que o entalhamento da drenagem foi capaz de seccionar a sequência de vários derrames, expondo, em alguns locais, as rochas basais areníticas da Formação Botucatu.



**FIGURA 20 Vale encaixado do arroio Isabela**  
Fonte: Fotografia de Erika Collischonn (agosto de 2005).

Os altos cursos do arroio Castelhana e de seus afluentes são encaixados e, devido às linhas estruturais (falhas e fraturas), apresentam segmentos retilíneos,

interseções e curvas em ângulo acentuado, além de rupturas de declives marcadas por ressaltos e quedas d'água. A morfologia das vertentes dos vales é complexa, com rupturas de vertentes, marcadas pela sucessão entre escarpas e patamares, o que lhes confere um aspecto escalonado. O topônimo local “Paredão” (nome de um dos distritos que abrange parte da área da Bacia) e o termo “perau” (barranco, declive rápido) descrevem estas formas (Pérez, 1991, p. 51-52).

Nesta unidade, a elevada energia potencial do relevo favorece o escoamento superficial, subsuperficial e profundo, bem como a erosão do solo. Nas áreas de alta declividade da Serra Geral, o solo, segundo Ker et al (2006, p. 478), é do tipo “*Litólico eutrófico, pouco profundo (até 60cm), moderadamente ácido e neutro, com altos valores da soma e saturação em bases e praticamente desprovido de alumínio trocável*”; sendo, portanto, um solo naturalmente fértil. O horizonte A, apresenta seixos (Fig. 21). Nas áreas menos acidentadas e na baixa vertente, também há solos brunizens avermelhados e terras roxas estruturadas, ambos com maior profundidade (80 - 120 cm).



**FIGURA 21** Vista panorâmica da unidade Serra Geral com litossolo das áreas de alta declividade em primeiro plano.

Fonte: Fotografia de Erika Collischonn (agosto de 2005).

Em situações de intensa precipitação, em um curto período de tempo, nas áreas de alta declividade do terreno e de solos pouco profundos, ocorre intenso

escoamento superficial, elevação súbita e violenta dos caudais e inundações bruscas nas adjacências dos cursos d'água. Também ocorrem movimentos de massa, comuns tanto no alto vale do Castelhanao (Fig. 22) como no de seus afluentes, os arroios Castelhaninho e Chaves, bem como no alto curso do arroio Grande I e do arroio Isabela (Fig. 23). As elevações súbitas dos caudais, decorrentes de intensa precipitação na Serra Geral (v. contraponto das Figs. 24 e 25), manifestam-se como inundações muito rápidas na Planície Aluvio-Coluvionar a jusante.



**FIGURA 22 Distrito de Monte Alverne – Movimento de massa (1974)**

Fonte: Gazeta do Sul, 27 de março de 1974, p. 7.



**FIGURA 23 Vale do Arroio Isabela – Movimento de massa (2003)**

Fonte: Gazeta do Sul, 11 de julho de 2003, p. 10.





**FIGURA 24 Arroio Castelhanao no seu nível normal na Serra Geral.**

Fonte: Erika Collischonn (agosto de 2005).



**FIGURA 25 Arroio Castelhanao em situação de enchente na Serra Geral.**

Fonte: Gazeta do Sul, 21 e 22 de julho de 2001, p. 10.

A Serra Geral era originalmente coberta pela floresta estacional decidual submontana. A estrutura original desta floresta decidual era constituída por dois estratos arbóreos distintos: um emergente, aberto e decíduo (com alturas de 25 a 30 metros), e outro, dominado e contínuo (de altura não superior a 20 metros), formado principalmente por espécies perenifólias, além de um estrato de arvoretas (TEIXEIRA e COURA NETO, 1986, p. 580).

#### 2.2.4.3 Unidade geomorfológica Patamares da Serra Geral

Os prolongamentos rebaixados da Serra Geral que avançam sobre a Depressão do rio Jacuí, associados a morros testemunhos isolados, definem a unidade Patamares da Serra Geral. Com altitudes entre 100 e 200 metros, esses patamares representam testemunhos do recuo da linha de escarpa, a qual se desenvolveu nas sequências vulcânicas e sedimentares de cobertura da bacia do Paraná, apresentando formas de colinas seccionadas por formas planas, levemente inclinadas, referentes aos terraços fluviais, associados à ocorrência de morros testemunhos dispersos. Na bacia do arroio Castelhana, essa unidade constitui 28% da área total, com maior extensão à direita deste curso d'água, onde a transição entre esta unidade e a planície Alúvio-Coluvionar se dá através de um ressalto topográfico. Quanto à modelagem, a área foi classificada por Justus, Machado e Franco (1986) como Dc 313 - conjunto de formas de relevo de dissecação fluvial, com topos convexos, entalhadas por sulcos e cabeceiras de drenagem de primeira ordem. Tal modelado é definido pela combinação das seguintes variáveis: densidade de drenagem média e aprofundamento das incisões muito fraco. O grau de predisposição à erosão é médio.

Formados a partir das rochas basálticas e de arenitos, em áreas com topografia pouco acidentadas, os solos que se encontram nesta área são, segundo Ker et al (2006), a terra roxa estruturada.

Observa-se que, perto da localidade de Palanque, o arroio Castelhana secciona esta unidade. Assim, nesta área, ocorre um estreitamento do vale fluvial, que, a montante, já apresentava uma larga planície de inundação. Ao norte da área urbana de Venâncio Aires, a transição entre esta unidade e a Planície Alúvio-Coluvionar se dá através de uma escarpa erosiva.

#### 2.2.4.4 Unidade geomorfológica Depressão do rio Jacuí

Esta unidade geomorfológica corresponde localmente à área de drenagem comandada por um dos tributários do rio Jacuí, o rio Taquari e seus afluentes, entre os quais está o arroio Castelhana. Esta unidade está disposta na porção meridional da bacia do arroio Castelhana, constituindo 15% de sua área total. Caracteriza-se por apresentar um relevo sem grandes variações altimétricas, em geral, onde predominam, conforme verificaram Justus, Machado e Franco (1986, p.347), colinas suaves entalhadas por sulcos e por cabeceiras de drenagem de primeira ordem e amplos interflúvios sobre os limos e argilas do substrato. Além disso, essa unidade possui os depósitos quaternários das vertentes (Dc112) entremeados por alguns cerros testemunhos de até 185 m de altitude. Este modelado é definido pela combinação das seguintes variáveis: densidade de drenagem muito grosseira e aprofundamento das incisões muito fraco. Seu grau de predisposição à erosão é fraco. A porção oeste desta unidade, individualizada pela presença de uma escarpa erosiva, apresenta um modelado no mapa classificado pelo tipo Dt313 - conjunto de formas de relevo de dissecação fluvial, com topos tabulares, conformando feições de rampas suavemente inclinadas e de lombas, denotando eventual controle estrutural.

Estas formas resultam da instauração de processos de dissecação, atuando sobre uma superfície aplanada, e são definidas pela combinação das seguintes variáveis: densidade de drenagem média e aprofundamento das incisões muito fraco. O grau de predisposição à erosão é médio. Além dos dois tipos de modelagem do relevo, há também dois tipos de solo nesta unidade, segundo Ker et al (2006). Enquanto, na porção leste de relevo plano, predomina o solo PBPe1 - podzólico bruno-acinzentado planossólico eutrófico ; na porção oeste de relevo suave ondulado, prepondera o PVa6 - podzólico vermelho amarelo álico e distrófico.

A vegetação original desta unidade era composta por floresta subtropical caducifólia, por formações arbustivas e por campos. O topônimo local *Faxinal dos Fagundes*, para a área onde se inicia o núcleo urbano de Venâncio Aires, auxilia a definir as características da cobertura vegetal de outrora. Faxinal é um trecho alongado de campo que penetra a floresta.

#### 2.2.4.5 Unidade geomorfológica Planície Alúvio-Coluvionar

Na bacia do arroio Castelhana, a Planície Alúvio-Coluvionar constitui 13% da área total. Esta unidade principia onde ocorre uma ruptura na declividade no perfil dos arroios Castelhana e Grande e se estende para jusante até o rio Taquari. Junto ao Castelhana, a Planície Alúvio-Coluvionar inicia-se logo a montante da localidade de Monte Alverne e junto ao arroio Grande I, logo, a montante da localidade de Arroio Grande.

Na Planície Alúvio-Coluvionar, são identificados dois tipos de modelado de acumulação: o terraço fluvial (Atf4) e a planície propriamente dita (Af).

O terraço fluvial (Atf4) é uma forma de acumulação fluvial plana, levemente inclinada, apresentando ruptura de declive em relação ao leito do rio e às várzeas recentes situadas em nível inferior, entalhadas devido às mudanças de condições de escoamento e à conseqüente retomada da erosão. É um modelado com forte predisposição à erosão, tanto que, nas áreas onde os cursos d'água cortam terraços, o escoamento concentrado fluvial se faz sentir, inclusive com a ocorrência de movimentos de massa localizados (desbarrancamentos e deslizamentos), afetando as margens dos rios. Por outro lado, um gradiente muito baixo no arroio Castelhana e no arroio Grande I implica a diminuição da competência de transporte e a conseqüente deposição de detritos trazidos de montante, assoreando os leitos e as barragens (Fig.26).

Em função de sua localização junto ao trecho em que o arroio Castelhana apresenta uma diminuição abrupta de declive, já anteriormente observada (Fig.10), Monte Alverne (Fig. 27) está sujeita as inundações bruscas como a ocorrida em 24 de março de 1974, quando, pelo intenso escoamento superficial, lavouras e poteiros foram completamente arrasados, duzentas quedas de barreiras interromperam as estradas de acesso e as águas do Castelhaninho e do Castelhana subiram com extraordinária rapidez, invadindo praticamente toda a área urbana. (Gazeta do Sul, 27/03/1974). As ruas da vila ficaram cobertas de lama e entulhos quando as águas baixaram (Fig. 28). Evento de mesma proporção ocorreu em 8 de julho de 2003 (Figs. 29 e 30).



**FIGURA 26 Arroio Castelhana - Erosão das margens e assoreamento do canal**  
Fonte: Gazeta do Sul, 19 e 20 de julho de 2003.



**FIGURA 27 Monte Alverne - Vista da área urbana junto ao Arroio Castelhana, com os Patamares da Serra Geral ao fundo (2004).**  
Fonte: Fotografia cedida por Bethanea Mahl.

Em função desta localização, Monte Alverne está sujeita a inundações bruscas como as ocorridas em 24 de março de 1974, quando, pelo intenso escoamento superficial, lavouras e poteiros foram completamente arrasados, duzentas quedas de barreiras interromperam as estradas de acesso e as águas do

Castelhaninho e do Castelhana subiram com extraordinária rapidez, invadindo praticamente toda a área urbana. As ruas da vila ficaram cobertas de lama e entulhos quando as águas baixaram (Fig. 28). Evento de mesma proporção ocorreu em 8 de julho de 2003 (Figs. 29 e 30).



**FIGURA 28 Monte Alverne – Ruas cobertas por detritos após inundação (1974)**

Fonte: Arquivo Ademar da Cunha apud Gazeta do Sul, 17 e 18 de junho de 2000, p. 15.



**FIGURA 29 Monte Alverne - Moradores limpam a rua principal após inundação (2003).**

Fonte: Gazeta do Sul, 11 de julho de 2003, p. 3.



**FIGURA 30 Arroio Castelhanos - Destruição da ponte e do aterro (2003)**  
Fonte: Gazeta do Sul, 6 de agosto de 2003, p. 3.

A localidade de Arroio Grande se encontra em uma posição geomorfológica similar à de Monte Alverne, porém, junto ao principal afluente do Castelhanos, o arroio Grande I, no local em que neste conflui o arroio Isabela. Trata-se de uma área muito suscetível às inundações bruscas (Figs. 31 e 32).



*Arroio engoliu o aterro da ponte de Centro Linha Brasil*

**FIGURA 31 Arroio Grande I - Destruição da ponte e do aterro (2003)**  
Fonte: Gazeta do Sul, 10 de julho de 2003.



**FIGURA 32 Localidade de Arroio Grande - Inundação arrasta alambrado de campo de futebol (2003)**

**Fonte: Gazeta do Sul, 10 de julho de 2003.**

A planície fluvial (Af) é a área plana resultante de acumulação fluvial que corresponde às várzeas atuais, ou seja, aos depósitos ligados ao transbordamento do conjunto de canais durante as cheias. Esta forma de acumulação tem mais representatividade, em termos de área na bacia, a partir da junção do arroio Grande I com o arroio Castelhana. É o modelado no qual se desenvolvem os meandros e os anastomosamentos, ou seja, no qual há mudanças graduais no curso do Arroio Castelhana. Na planície do Castelhana, há uma série de meandros abandonados, que se desenvolveram naturalmente, através de atalhos em colo, resultantes do corte entre duas curvas de meandro que se aproximaram. Formaram-se, assim, lagos em forma de “chifre de boi”, que foram sendo preenchidos, progressivamente, com sedimentos trazidos em suspensão pelas enchentes (SUGUIO & BIGARELLA, 1990, p. 88). Estes depósitos de sedimentos finos e argilosos são minerados para uso nas olarias locais desde o início da colonização. Atualmente, os atalhos nos meandros são elaborados através de canais construídos artificialmente, encurtando o curso do arroio, com o objetivo de aumentar localmente seu gradiente.

A planície fluvial no seu conjunto constitui-se de sedimentos quaternários de textura, permeabilidade e coesão variáveis e apresenta o lençol freático próximo à



superfície apresentando duas subcategorias: periodicamente alagadas e permanentemente alagadas. Nas áreas periodicamente alagadas, a declividade muito fraca (de 0 a 2°) favorece o escoamento freático; contudo, a variação textural (depósitos arenosos, areno-argilosos, argilosos e cascalhos), em consequência da permeabilidade, em conjunto com o nível elevado do lençol freático, propicia um escoamento superficial lento, difuso, localmente concentrado, com possibilidade de formação de sulcos e até de ravinas. Nas áreas permanentemente alagadas, os processos se restringem ao escoamento freático, à evaporação e ao escoamento superficial concentrado, através dos canais e dos arroios emissários.

Na área próxima à foz do arroio Castelhana, no rio Taquari, ocorre uma associação de solos entre o planossolo eutrófico, com textura arenosa média e médio/argilosa, e o gleissolo eutrófico, com textura média e argilosa. Nas demais áreas da planície, onde o relevo é suavemente ondulado ocorre o solo brunizém avermelhado, com textura argilosa e suavemente ondulado e onde é plano, o cambissolo eutrófico (KER, ALMEIDA, FASOLO e HOCHMÜLLER, 2006, p. 405-527).

## **2.3 A GÊNESE DAS CHUVAS EM EPISÓDIOS DE ENCHENTES**

Este subcapítulo compreende a busca do conhecimento da dinâmica atmosférica regional que define a distribuição da precipitação no tempo e no espaço. Primeiramente, para a análise desta dinâmica, foi imprescindível a explicação dos mecanismos genéticos de circulação atmosférica atuantes, vinculados à posição zonal e regional da área em estudo. Tais mecanismos determinam fenômenos atmosféricos normais – aqueles que não se afastam significativamente da média –, que ocorrem cotidianamente; portanto, a dinâmica social adapta-se ou ajusta-se naturalmente a eles. Todavia, também podem determinar fenômenos meteorológicos de grande intensidade, que, periódica ou ocasionalmente, acarretam grandes danos nas áreas de incidência ocupadas por atividades humanas, como são os episódios pluviais concentrados, que constituem o insumo básico para as inundações. Na

sequência, apresenta-se a distribuição temporal da precipitação na área em estudo e faz-se referência a dois episódios pluviais considerados históricos na Bacia.

### **2.3.1 Sistemas atmosféricos relacionados à ocorrência de chuva no Rio Grande do Sul**

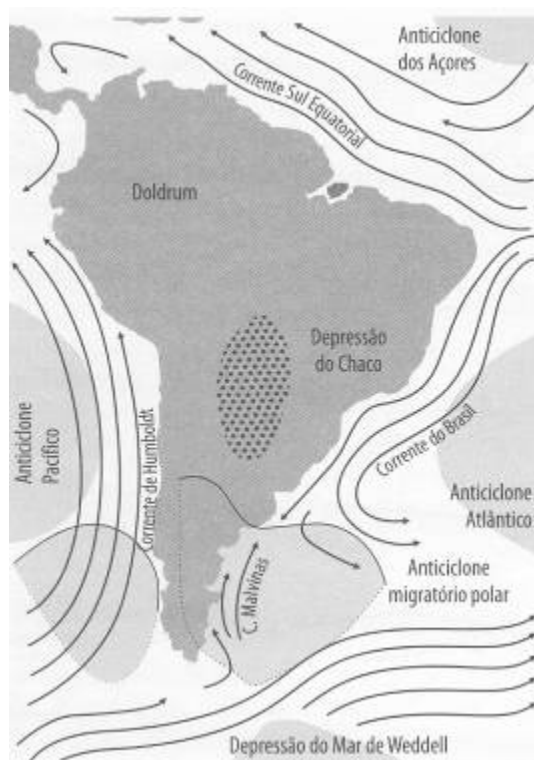
Em função da posição subtropical, a dinâmica do clima do Rio Grande do Sul é marcada pelo confronto recorrente entre forças opostas, provocado pelo avanço sistemático dos sistemas atmosféricos de origem polar em direção aos sistemas de origem tropical. Assim, as sucessivas passagens frontais, bem como as linhas de instabilidade e os complexos convectivos, proporcionam a distribuição de chuvas durante todo o ano, sem ocorrência de secas no regime pluviométrico médio. Entretanto, a variabilidade temporal e espacial das precipitações é evidente em qualquer série de dados. Esta variabilidade se define por episódios de longas estiagens ou enchentes que podem acontecer em qualquer época do ano e se relaciona a alterações na habitualidade da circulação atmosférica nas escalas regional e zonal, em parte provocadas pelos, hoje conhecidos, fenômenos *El Niño* e *La Niña*.

Esta subseção avalia os sistemas atmosféricos atuantes sobre o sul do Brasil, partindo da zonalidade e dos mecanismos de escala global, considerando, em seguida, os sistemas meteorológicos e as perturbações de mesoescala; por fim, retorna-se aos aspectos de grande escala na atmosfera relacionados aos oceanos tropicais. Este mesmo raciocínio será seguido nesta seção para compreender as condições de tempo meteorológico que definem alta pluviosidade na área em estudo. À dinâmica atmosférica de superfície acrescentam-se as correntes e os sistemas em altitude, que exercem particular influência no movimento e no desenvolvimento de sistemas meteorológicos que definem a ocorrência de tempo severo.

A área em estudo se encontra na zona que Strahler (1984) denomina Subtropical Sul – entre 25°S e 35°S, com tipo climático Cfa, segundo a classificação de Köppen, ou clima subtropical úmido com inverno de fresco a frio. Para o

entendimento da dinâmica atmosférica em superfície na zona Subtropical Sul da América do Sul, é fundamental considerar a função dos centros de ação (Fig. 33) tendo as altas pressões ou anticiclones como fontes de dispersão dos ventos, sobre as quais se individualizam as massas de ar, e as baixas pressões ou depressões como centro de atração dos ventos.

**O escoamento médio à superfície, sobre a América do Sul e os oceanos circunvizinhos, reflete a presença dos anticiclones quase estacionários do Atlântico Sul e do Pacífico Sul, responsáveis, em grande parte, pelas condições de tempo sobre o continente, uma vez que exercem influência destacável na penetração de massas de ar tropicais úmidas e polares. Suas posições e intensidades modificam-se ligeiramente do verão para o inverno. [...] Outro centro de destaque sobre o continente é a Baixa do Chaco, localizada sobre o Chaco Paraguai e formada pelo grande aquecimento continental (VIANELLO 1991, p. 424)**



**Figura 33 Principais centros de ação da dinâmica atmosférica da América do Sul**

**Fonte: Mendonça e Danni-Oliveira (2007).**

Os anticiclones Atlântico e Pacífico ainda continuam configurados ao nível dos 850hPa (aproximadamente 1.500 m), mas a Baixa do Chaco, no interior do continente, apresenta-se mais desenvolvida no verão, o que provoca uma significativa convergência do ar nos níveis inferiores. Esta conformação, porém, modifica-se consideravelmente a partir da camada em que atmosfera tem a metade

da pressão padrão, ou seja, 500hPa (aproximadamente 5.500 m). A partir desse nível, forma-se, no verão, um sistema fechado de circulação anticiclônica sobre o continente sul-americano, denominado Alta da Bolívia.

Em superfície, há dois outros centros de ação que exercem influência sobre a dinâmica atmosférica no Rio Grande do Sul, ainda que mais distantes desta área. O primeiro é a faixa subpolar de baixa pressão sobre os mares vizinhos à Península Antártica (Mar de Weddell e de Ross), acompanhado na retaguarda pelos anticiclones migratórios polares, conformados pelo acúmulo de ar frio oriundo de turbilhões atmosféricos sobre estes mesmos mares. Sua ação será comentada adiante, dada a sua impermanência. Outro centro de ação com influência mais remota é a Zona de Convergência Intertropical (Doldrums). Ainda que situada durante boa parte do ano sobre os oceanos, nas latitudes equatoriais do Hemisfério Norte, a Convergência Intertropical inflete-se para o interior do continente sul-americano no verão austral, e seus efeitos alcançam as latitudes subtropicais.

Nos níveis altos da troposfera, perto da tropopausa (entre 7.000 e 15.000 m da superfície), nas médias latitudes, desenvolvem-se zonas de ventos de oeste fortes devido à grande diferença de temperatura entre os trópicos e os pólos. Os escoamentos caracterizados por valores máximos nesta zona são denominados correntes de jato ou, simplesmente, jatos. Os ventos de oeste na atmosfera superior estão frequentemente presentes nas latitudes médias do hemisfério sul. Porém, faz-se uma distinção das correntes de jato que se formam nestes ventos de oeste superiores quanto à posição latitudinal. Entre os 35° e os 70° S, zona em que estão os maiores gradientes de temperatura norte-sul, tem-se a corrente de jato polar, assim conhecida por apresentar ligação com as frentes polares em superfície, que serão tratados na sequência. No inverno, o jato polar se encontra, geralmente, localizado entre os 30°S e 35°S, com velocidade média de 150 nós (aproximadamente 300 km/h); no verão, o jato polar é mais fraco, com velocidade média de 80 nós (aproximadamente 150 km/h), e tem posição mais meridional (em torno dos 50°S). O outro ramo de corrente, mais setentrional, ao norte dos 35°S, é o jato subtropical, que normalmente separa o ar subtropical, mais frio, do ar mais aquecido dos trópicos. Este jato também assume posição diferenciada de acordo com a época do ano, sendo mais atuante no inverno. Tanto a corrente de jato polar como a subtropical contêm um significativo gradiente de temperatura e uma grande

energia dinâmica, o que significa que áreas afetadas por elas possuem padrão dinâmico de tempo, especialmente quando a velocidade da corrente está mais alta que o normal (FERREIRA, 2006, p.95-98).

Estes são centros de ação mais permanentes que atuam sobre o sul do continente. Além destes, são fundamentais na distribuição temporal da precipitação os sistemas transientes, cuja duração varia de cerca de algumas horas até dias. Os sistemas atmosféricos transientes mais conhecidos são aqueles de superfície. No entanto, muitos fenômenos que ocorrem hoje na atmosfera e afetam a superfície terrestre se relacionam com os sistemas que se formam entre os 5.000 e 10.000 metros de altitude. Em função disso, ambos os tipos serão considerados na sequência.

Fundamentais na definição das condições locais de tempo são as perturbações de mesoescala, que migram e se modificam pela circulação dominante de larga escala. Quando células de baixa pressão se desprendem do eixo da Frente Polar Atlântica pela propagação de ciclones, estas exercem um reforço na atração dos sistemas intertropicais em direção sul, pois o campo de pressões negativas é reforçado, fazendo com que soprem sobre o Rio Grande do Sul ventos de NE, oriundos do anticiclone do Atlântico Sul, trazendo tempo bom e brusco aquecimento, estabelecendo a condição de tempo pré-frontal. Quando, então, os anticiclones migratórios polares avançam sobre a região do ar quente tropical, produz-se uma descontinuidade atmosférica (térmica, anemométrica, barométrica, higrométrica) ou frente, acompanhada por instabilidade atmosférica, por alternância de tipos de tempo e, geralmente, pela ocorrência de precipitações. Certamente, na latitude subtropical sul, a ciclogênese e a passagem de sistemas frontais são as perturbações de mesoescala responsáveis por grande parte dos totais pluviométricos registrados ao longo do ano.

O estudo realizado por Gan e Rao (1991) detectou a frequência de ciclogênese na América do Sul por mês e por estação para um período de 10 anos (1979-1988), utilizando como base cartas sinóticas de superfície, médias mensais de oito estações de rádio sondagem, bem como registros de 12 estações de superfície no sul do Brasil. Com base nestes 10 anos de observação, a distribuição das frequências de ciclogênese ao longo do ano é a seguinte: sete, em média, para cada

um dos meses de verão (dezembro, janeiro e fevereiro); frequência crescente no outono, com oito, em média, em março, nove em abril e treze em maio; nos meses de inverno, foram dez registros, em média, para cada mês; na primavera, por fim, foi registrada uma média de nove ciclogêneses para o mês de setembro, de dez para o mês de outubro e de sete para o mês de novembro. Em estudo realizado por Andrade (2005) sobre o comportamento dos sistemas frontais sobre a América do Sul, observou-se que o setor em que se encontra a área em estudo apresentou, no período de 1980 a 2002 (23 anos), a seguinte frequência de ciclogêneses ou passagens de frente por estação: 264 no verão, 304 no outono, 338 no inverno e 349 na primavera. Isto equivale, em média, a quatro passagens frontais mensais no verão e no outono e cinco no inverno e na primavera.

Contudo, a quantidade de passagens de frentes não define necessariamente os totais pluviométricos, porque cada frente apresenta suas particularidades quanto à intensidade, ao raio de ação e à velocidade de deslocamento. As frentes podem apresentar intensas rajadas de vento sem chuvas significativas ou chuvas intensas sem a presença de rajadas de ventos fortes, chuvas contínuas por vários dias, presença ocasional de granizo ou mesmo dar origem a grandes tempestades; isso depende de fatores como o período do ano, a variação da pressão atmosférica ou da umidade relativa regional e, até mesmo, da orientação do relevo. As frentes frias e as linhas pré-frontais associadas a elas resultam, normalmente, em trovoadas que podem vir acompanhadas por granizo, ventos de rajada e intensa precipitação. Outro tipo de sistema frontal que provoca um longo período de chuvas é a frente estacionária ou, melhor dizendo, quase estacionária. O retardamento de uma frente quente ou fria, que a torna estacionária, pode ser causado, segundo Ferreira (2006, p. 144), pela orografia ou por um específico padrão de tempo que funcione como um bloqueio, e normalmente ocorre quando os ventos de níveis superiores começam a soprar paralelamente à frente. Assim, a frente perde sua força e começa a se mover mais lentamente.

Como indicam os estudos de Severo (1994) e Severo et al. (1994), o efeito diferenciado das frentes relaciona-se frequentemente, no Rio Grande do Sul, à interação entre as frentes frias em baixos níveis e ao jato subtropical ou polar em altos níveis. Segundo Ferreira (2006, p. 113), a maioria das trovoadas severas se

forma em áreas onde existe uma frente fria em baixos níveis e divergência dos ventos nos altos níveis, associada aos jatos polares e subtropicais.

Outros sistemas que podem se agregar às frentes, contribuindo para o aumento da precipitação, são os vórtices ciclônicos de altos níveis e cavados invertidos, que cruzam os Andes, oriundos do Pacífico, e se intensificam sobre o sul e sobre o sudeste do Brasil. Os vórtices ciclônicos dos altos níveis (VCAN) são sistemas de baixa pressão em grande escala, formados na alta troposfera, normalmente acima de 9.000 m (300 hPa), cujas circulações ciclônicas fechadas apresentam o centro mais frio do que a periferia. Os vórtices ciclônicos confinados na alta e na média troposfera são secos, enquanto os que atingem níveis mais baixos possuem maior nebulosidade e são úmidos. Estudo exploratório de Cavalcanti (1986) indica que no mês de julho registra-se o maior número de formações de VCANs e também a maior frequência dos VCANs que chegam até o Atlântico, enquanto o mês de março é o que apresenta a menor frequência. Os vórtices ciclônicos de altos níveis (VCAN) de origem subtropical atuam sobre as regiões Sul e Sudeste do Brasil por um período que vai de poucas horas a dias; no entanto, muitas tempestades severas sobre a bacia do Prata e sobre o Sul do Brasil têm sido associadas a este tipo de sistema. (LOURENÇO; FERREIRA e GAN, 1996).

Um último sistema de circulação que costuma provocar intensas precipitações no Rio Grande do Sul é o relacionado à junção de várias trovoadas que se organizam na formação de uma trovoadas maior, o que os meteorologistas denominam complexos convectivos de mesoescala. Tempestades deste tipo, segundo Silva Dias (2004), ocorrem com mais frequência nos meses mais quentes do ano, e seu tempo de vida vai de 10 a 20 horas. A trajetória dos complexos convectivos de mesoescala subtropicais inicia-se, normalmente, a leste dos Andes, na latitude média de 25° S, sobre os vales dos rios Paraná e Paraguai. Deslocam-se normalmente para leste e sudeste, atingindo os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul (FERREIRA, 2006, p. 123).

Além dos sistemas de circulação, outro fator que favorece a intensificação das precipitações é o relevo local. Como base em Barry e Chorley (1998) citados por

Milanesi (2007, p. 67) pode-se afirmar que a presença de uma escarpa com vales encaixados potencializa as precipitações dos seguintes modos:

a) retardando por atrito, as correntes de ar que se movem sobre ela gerando convergência e ascensão.

b) causando convergência e elevação através do afunilamento da corrente nos vales.

c) provocando instabilidades convectivas ao favorecer o deslocamento inicial (quando estável) de correntes de ar, por meio de aquecimento diferencial (vertentes diretamente expostas a maior ou menor insolação).

d) forçando a ascensão turbulenta do ar pela fricção superficial (atrito com a superfície), incorrendo na formação de nuvens stratus e stratocumulus.

e) retardando o deslocamento da precipitação de origem ciclônica.

### **2.3.2 Características da pluviometria na área em estudo**

Na Bacia Hidrográfica do arroio Castelhana não há estação meteorológica em funcionamento. Para a caracterização da pluviometria utilizaram-se os dados das estações meteorológicas ou postos pluviométricos mais próximos à área, todas localizadas na Depressão Central Gaúcha. Estes dados, portanto, devem ser considerados na sua abrangência mais regional, podendo ser inibidos ou potencializados a nível local pela configuração do relevo. A escarpa e os Patamares da Serra Geral, pelo que foi destacado na seção anterior, devem favorecer a convergência de ventos e umidade, intensificando a condensação e a precipitação na porção média e alta da Bacia do arroio Castelhana.

A atuação dos sistemas frontais em todas as épocas do ano, juntamente com os processos convectivos mais frequentes no verão, descritos na seção anterior, explica a distribuição equitativa dos números mensais médios de dias de chuva na estação meteorológica de Santa Cruz do Sul (Tabela 3). Como pode ser observada nesta tabela, a ocorrência de dias com precipitação ao longo dos meses, é, em



média, bastante homogênea, com um mínimo em novembro (8,7 dias) e um máximo em agosto (12 dias). No período registrado (1914-1968), o menor número de dias com ocorrência de precipitação foi observado em abril e em maio, com três dias de chuva, e o maior, em maio, agosto e setembro, com 19 dias de chuva em um mês.

**Tabela 3 Número médio mensal, número mínimo mensal e número máximo mensal de dias de chuva em Santa Cruz do Sul (1914 – 1968)**

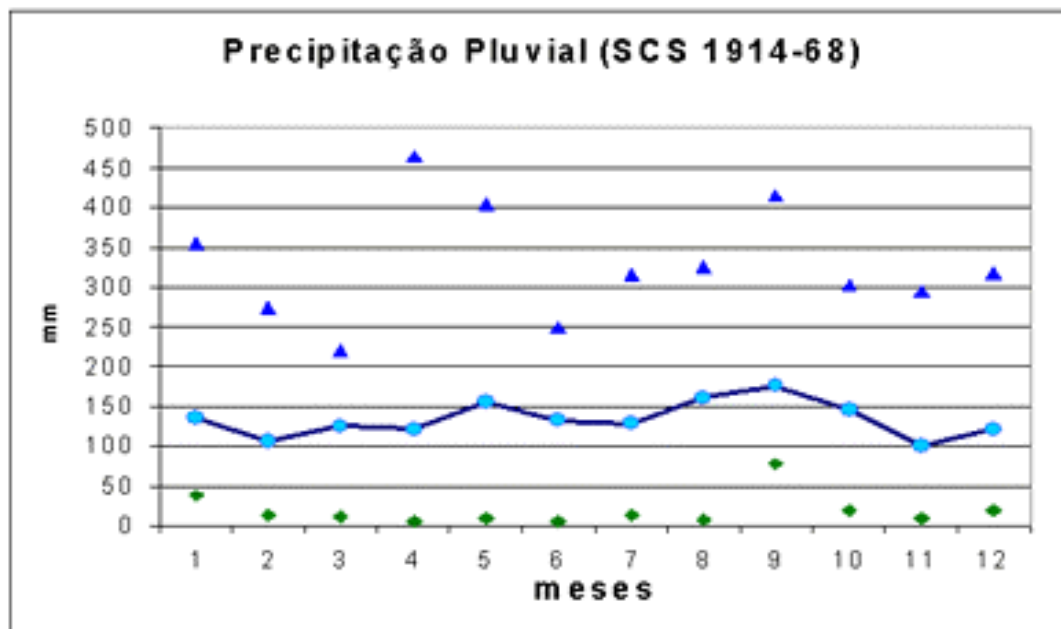
Número de dias de chuva em Santa Cruz do Sul			
Mês	Nº dias	Mínimo	Máximo
Janeiro	10,7	4	16
Fevereiro	9,8	4	16
Março	11,3	4	16
Abril	9,4	3	16
Maio	9,2	3	19
Junho	11,3	5	18
Julho	10,2	5	16
Agosto	12,0	6	19
Setembro	11,5	5	19
Outubro	11,3	6	16
Novembro	8,7	4	14
Dezembro	9,3	4	18
Ano	124,7	91	153

Fonte: HOPPE, 2005.

A variabilidade da distribuição dos totais médios de precipitação ao longo do ano é apresentada a partir de três conjuntos de dados diferentes: o primeiro constitui-se de dados mensais de precipitação do período de 1914 - 1968 (55 anos), provenientes da Estação Santa Cruz do Sul do Serviço de Meteorologia do Ministério da Agricultura; o segundo constitui-se de dados mensais de precipitação do período de 1972 - 1981 (10 anos), do posto pluviométrico do DEPRC em Vila Mariante; e o terceiro é composto por dados mensais de precipitação do período de 1978 - 2005 (28 anos), do posto meteorológico da empresa Pioneer Sementes em Santa Cruz do Sul. É importante observar que os conjuntos de dados são diferentes tanto no tempo histórico como no período de observação.

Para o conjunto de dados dos registros de 1914 a 1968, a precipitação pluvial total média anual foi de 1.604,1 mm, com mínimo mensal em novembro (100,6 mm) e fevereiro (105,2 mm) e máximo mensal em setembro (175,4 mm) e agosto (159,9 mm). A distribuição ao longo dos meses (Fig. 34) mostra que houve anos em que a média mensal de alguns meses superou em pelo menos três vezes a

média do período, e houve outros em que ela foi três vezes menor que a média do período.



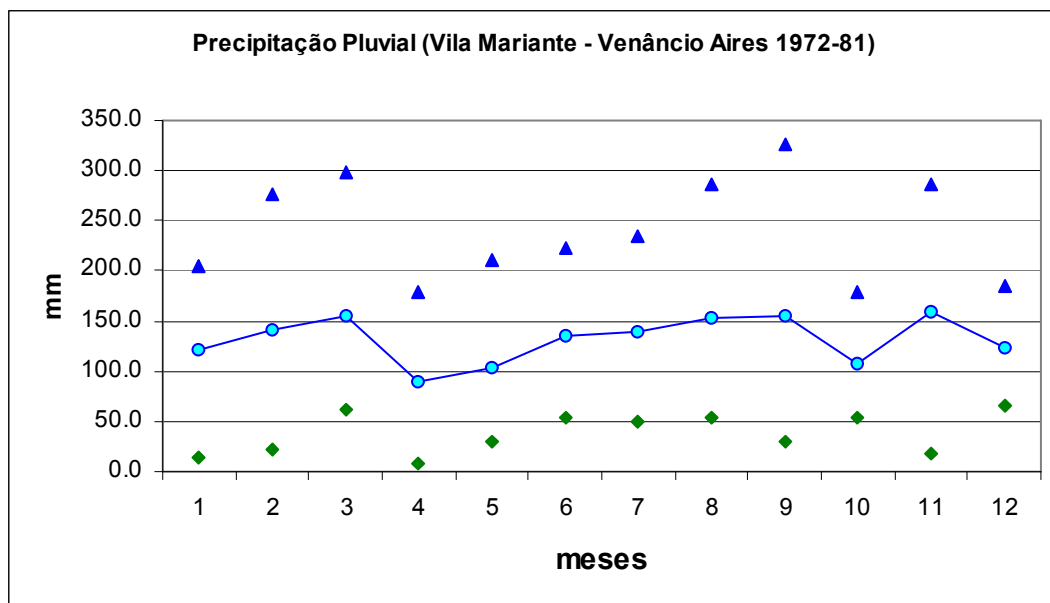
**Figura 34 Santa Cruz do Sul (INMET) - Precipitação mensal média (●), precipitação mensal mínima (◆) e precipitação mensal máxima (▲) para o período de 1914 – 1968**

Fonte: HOPPE, 2005

A variabilidade interanual neste conjunto de dados foi alta. O ano mais seco, em que foram registrados somente 858,8 mm, ocorreu em 1962, e o ano mais chuvoso foi o de 1941, quando foram registrados 2.325,4mm.

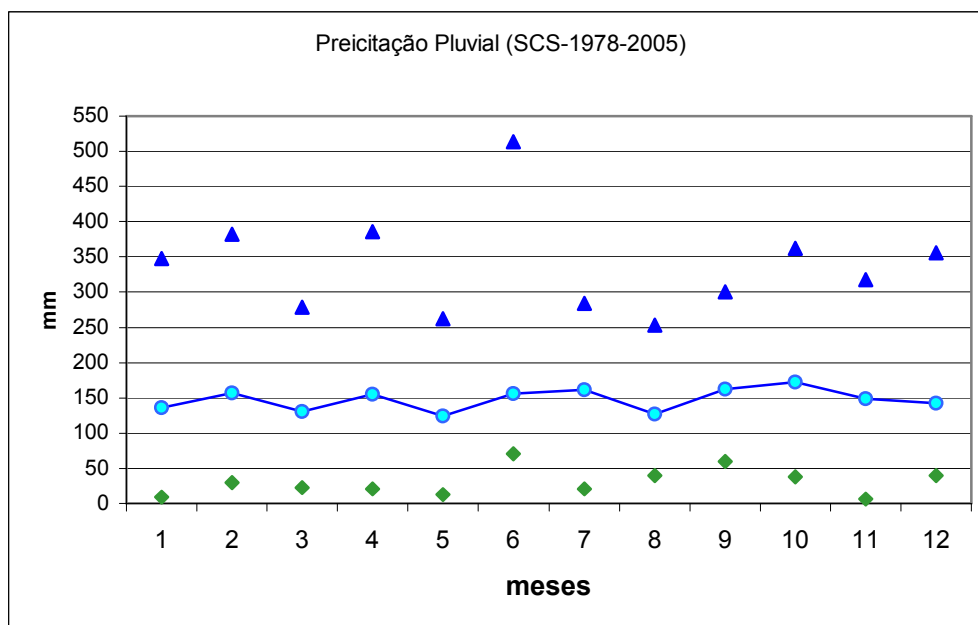
Entre o fim de 1969 e o início de 1972, não há registro de dados pluviométricos para a área de estudo. A partir de 1972, até 1981, funcionou um posto pluviométrico do Departamento de Portos Rios e Canais, junto ao rio Taquari, na localidade de Mariante, distante 25 km da sede de Venâncio Aires. Em função de ser um número de anos pequeno, a curva dos totais médios mensais tem uma configuração diferente da dos dois outros conjuntos de dados (Fig. 35). Para este período, o total médio anual foi de 1.583,8 mm, com mínimo mensal em abril (88,9 mm), maio (103,8mm) e outubro (107,7 mm) e máximos mensais em novembro (158,2 mm), março (155.4mm), agosto (152,2 mm) e setembro (155,2 mm). Nota-se que, em função do curto período de coleta, dados mensais bem acima ou bem abaixo da média, ocorridos em alguns anos, ainda se refletem na média.

No conjunto dos totais anuais, contudo, a variabilidade não foi muito grande. O ano mais seco foi o de 1978, com um total de precipitação de 1226.9 mm, enquanto o ano mais chuvoso foi o de 1972, com 2048,2 mm. Os demais anos ficaram com valores em torno da média.



**Figura 35 Venâncio Aires (Vila Mariante, Dprec) - Precipitação mensal média (●), precipitação mensal mínima (◆) e precipitação mensal máxima (▲) para o período de 1972 – 1981.**

Para o terceiro conjunto de dados, registrados entre 1978 e 2005, a precipitação pluvial média anual foi de 1.774,1 mm, com mínimo em maio (124,2 mm) e agosto (124,1 mm) e máximos em outubro (172.3 mm), setembro (162,1 mm) e julho (161,5 mm). Na distribuição deste conjunto de dados ao longo dos meses (Fig. 36) também se observa que houve anos em que a média mensal de alguns meses superou em pelo menos três vezes a média, e houve outros em que ela foi três vezes menor que a média.



**Figura 36 Santa Cruz do Sul (Pioneer Sementes) - Precipitação mensal média (●), precipitação mensal mínima (◆) e precipitação mensal máxima (▲) para o período de 1978 – 2005.**

A variabilidade interanual da precipitação também se observa nos registros da Pioneer Sementes. Enquanto o total médio anual de precipitação para o período de 1978 a 2005 foi de 1774,1 mm, houve anos em que choveu mais de 2000 mm anuais, como os de 1984, 1987, 1992, 1994, 2002 e 2003; já, em outros, como os anos de 1978, 1981 e 2004, choveu menos de 1400 mm. Esta variabilidade interanual está relacionada a fatores que serão abordados na seção seguinte.

### **2.3.3 Anomalias globais no comportamento atmosférico e anomalias de precipitação**

Nas últimas duas décadas, com a ampliação da capacidade técnica de monitoramento do ar e do mar em escala mundial, passou-se a compreender melhor a extensão da interação dos oceanos com a atmosfera e de seu impacto sobre o clima. Os oceanos são os controles da base inferior da atmosfera mais importantes para a definição do tempo e do clima, considerando-se que ocupam 70% da superfície terrestre e que a atmosfera terrestre é aquecida por baixo. Assim, mudanças que ocorrem nos oceanos podem afetar o clima global. É o que vem

sendo comprovado cientificamente em relação ao Oceano Pacífico, que ocupa um terço da superfície terrestre e tem papel preponderante na variabilidade climática mundial. A ele se relacionam, já há algumas décadas, variações de prazo mais curto (de 6 a 18 meses), como o *El Niño*/Oscilação Sul, e, mais recentemente, variações de prazo mais longo (de 20 a 30 anos), como a Oscilação Decadal do Pacífico (ODP), uma variação das temperaturas da superfície no Pacífico que ocorre, todavia, em outra localização deste oceano e que se configura em uma série mais longa de dados, por exemplo, em um século. Os eventos de ODP persistem por 20 a 30 anos e, assim como o *El Niño*/Oscilação Sul, apresentam duas fases, uma fria e outra quente. Não se sabe ainda a causa da ODP, e seus impactos sobre o clima são, por enquanto, conjeturas. Conforme Salinger (2005, p.19), no século XX, houve uma fase quente, de 1925 a 1946, seguida de uma fase fria, de 1947 a 1976, outra fase quente, entre 1977 e 1998, e, daí em diante, para o início do século XXI, parece se configurar nova fase fria. Wolter e Timlin, citados por Molion (2006), demonstraram a predominância de eventos *La Niña* na fase fria entre 1947 e 1976, em contraste com a alta frequência de eventos severos *El Niño* entre 1977 e 1998. Nesta seção, avaliaremos com mais cuidado a relação entre *El Niño*/Oscilação Sul e a ocorrência de precipitação prolongada e/ou excepcional.

Rao e Hada (1988) mostraram que algumas anomalias globais no comportamento atmosférico podem influir no campo de precipitação no extremo sul do Brasil, destacando, naquele momento, o fenômeno ENOS, que corresponde à abreviação de *El Niño*/Oscilação Sul.

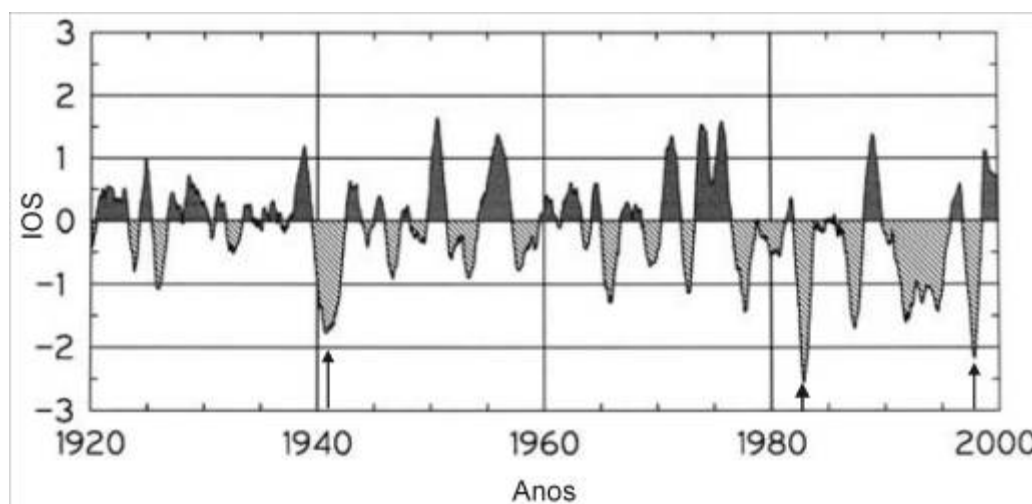
O fenômeno *El Niño*/Oscilação Sul é caracterizado por anomalias no padrão de temperatura das águas superficiais nas porções central e leste do oceano Pacífico, que ocorrem simultaneamente com anomalias no campo de pressão atmosférica naquela região e com conseqüente alteração da circulação da Célula de Walker<sup>9</sup>. Esta mudança afeta a dinâmica atmosférica em escala global, gerando a ocorrência de bruscas alterações climáticas no mundo, com impactos generalizados sobre as atividades humanas. Normalmente, um ciclo ENSO inicia em agosto de um determinado ano e termina em julho do ano seguinte. Eventos de *El Niño* e de *La*

---

<sup>9</sup> Circulação zonal da região equatorial.

*Niña* não apresentam um intervalo de ocorrência claramente definido e suas intensidades podem variar de fraca ou moderada a forte.

Ainda que não se conheçam todos os processos que interagem na atmosfera do sul do Brasil nestes eventos, sabe-se que as chances de ocorrência de chuvas acima do normal no Rio Grande do Sul são maiores em períodos de *El Niño*, quando o Índice de Oscilação Sul<sup>10</sup> (IOS) é inferior ou igual a -0,5 durante cinco meses consecutivos (fase negativa). Gráficos da evolução do Índice de Oscilação Sul demonstram a variabilidade do indicador (Fig. 37). No período de 1920 a 2000, chamam atenção os picos negativos da SOI em 1941, 1983 e 1997, sinalizando fortes eventos de *El Niño*, além de um período prolongado de IOS negativo entre 1990 e 1995, durante o qual ocorreram muitos eventos *El Niño* fracos ou moderados, sem intercalação de eventos *La Niña*. (SALINGER, 2005, p. 17-18).



**Figura 37** Variação do Índice de Oscilação Sul entre 1920 e 2003

Fonte: SALINGER, 2005, p. 17.

Em caso de *El Niño*, ou seja, de aquecimento das águas superficiais do oceano Pacífico Oriental, grande quantidade de energia acumulada é dissipada através de fluxos de calor e de vapor d'água que tendem a se propagar em percursos preferenciais na atmosfera. No sudeste da América do Sul estas ondas tendem a intensificar a corrente de jato subtropical (ventos que sopram na região subtropical de oeste para leste, posicionados em torno de 10 km de altitude). Para o

<sup>10</sup> Sobre a bacia do Pacífico Tropical há uma "gangorra barométrica" de grande escala, observada no campo da pressão ao nível médio do mar entre as estações de Darwin (12.4°S - 130.9°E), localizada no norte da Austrália e Tahiti (17.5°S - 149.6°W) e situada no oceano Pacífico Sul. A diferença entre as pressões normalizadas das duas estações é definida como o Índice de Oscilação Sul (SOI).

*El Niño* de 1982-83, Kousky e Cavalcanti (1984) observaram que, neste período, a corrente de jato intensificada determinou bloqueios na atmosfera que favoreceram a formação de sistemas frontais ativos no sul do Brasil, causando excessos de chuva. Gan e Rao (1991) também observaram a maior frequência de ciclogênese associada a valores negativos de IOS (*El Niño*).

Para Grim et al. (2000, p. 43), as anomalias de precipitação nas fases de *El Niño* podem ser causadas por mudanças na disponibilidade de vapor d'água, na dinâmica que favorece os movimentos verticais, na estabilidade vertical do ar, ou pela combinação desses fatores. Estes autores também constataram que, durante o ciclo no Sul do Brasil: há um reforço da corrente de jato subtropical em altos níveis e da vortacidade ciclônica sobre o sul do Brasil na primavera; a Baixa do Chaco está presente durante a maior parte do ciclo, incrementando a advecção de umidade setentrional; a Alta do Pacífico, próxima ao centro do Chile, se enfraquece no período de inverno-primavera; e ocorre um incremento da advecção úmida do Atlântico no leste da Argentina e no Uruguai no verão (GRIMM et al. 2000, p. 57). Da mesma forma, o incremento da entrada de umidade no sul do Brasil e a convergência do fluxo de umidade nesta região favorecem, assim, a intensificação dos complexos convectivos de mesoescala.

Fontana e Berlato (1997, p. 129 a 132), em estudo realizado com dados de precipitação pluvial mensal de 29 estações meteorológicas do INMET no Rio Grande do Sul, para o período 1913-1995, constataram que, associados à fase quente (IOS negativo), foram observados valores de precipitação pluvial superiores à média climatológica durante praticamente todos os meses do ano e que, apesar de a influência se dar durante todo o período de atuação desses eventos, há duas épocas do ano que são mais afetadas pelas fases do ENOS: a primavera e o começo do verão (outubro, novembro e dezembro) no ano inicial do evento e o final do outono e o começo do inverno (abril, maio e junho) no ano seguinte ao início do evento. Alguns estudos localizados como os de Berezuk e Sant'anna Neto (2006) e os de Tedeschi e Grimm (2006) também detectaram o impacto de episódios ENOS negativos sobre os eventos extremos de precipitação, constatando um aumento da frequência dos mesmos em períodos de *El Niño*.

Partindo do critério de que cinco meses consecutivos com IOS igual ou inferior a -0,5 caracterizam uma fase quente do ENOS, tais estudos registram que este tipo de fase se manifestou fortemente nos anos 1911-1912, 1918-1919, 1925-1926, 1939-1941, 1957-1959, 1972-1973, 1982-1883, 1990-1993 e 1997-1998; moderadamente nos anos 1913-1914, 1923, 1932, 1946-1947, 1965-1966, 1968-1970, 1986-1988 e 1994-1995, 2002-2003; e fracamente nos anos 1951, 1953, 1963, 1976-1977, 1977-1978 e 1979-1980. A estes, acrescentam-se os episódios de *El Niño* de intensidade forte em 1997-1998 e de intensidade fraca em 2002-2003.

A seguir, avalia-se o efeito dos principais episódios *El Niño* sobre a distribuição da precipitação na área de estudo.

Como observado anteriormente, dois períodos são marcados historicamente por chuvas muito expressivas e por cheias no Rio Grande do Sul: a primavera no ano de início do *El Niño* e os meses de abril, maio e junho no ano seguinte. Foi justamente durante o *El Niño* de 1939/1941 que se produziu a maior enchente de que se tem registro em toda a bacia do rio Jacuí, ocorrida em maio de 1941. Na estação meteorológica de Santa Cruz do Sul, a precipitação nos meses de abril e maio somados foi de 868,0 mm (HOPPE, 2005). Em Soledade, cidade que dista apenas 85 km de Venâncio Aires, em linha reta, o volume pluviométrico nos meses de abril e maio daquele ano foi de 1.107 milímetros, ao passo que, em Encruzilhada e em Porto Alegre, que distam cerca de 100 km da cidade, em linha reta, foram registrados, respectivamente, 933 mm e 791mm. Em Santa Maria também foram 791 mm de chuva acumulados em abril e maio de 1941. No dia 4 de maio de 1941, choveu 111,5 mm em 24 horas, em Porto Alegre (METSUL, 2008).

O *El Niño* considerado o mais forte do século XX foi aquele que se configurou a partir de junho de 1982 e se estendeu com anomalias negativas até outubro de 1983. Deste mês até maio de 1984, ocorreram pequenas anomalias positivas, seguidas de um aumento de 1,8 °C das temperaturas superficiais no Pacífico que, no entanto, não chegou a configurar um *El Niño*. Mesmo assim, no outono e no início do inverno de 1984, registraram-se excessos de precipitação no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina. Gan e Rao (1991) registraram uma frequência de ocorrência de ciclogênese bem acima da média do período entre 1979



e 1988: vinte no mês de maio, frente a uma média de treze ocorrências, e quinze no mês de junho, quando a média foi de dez ocorrências.

No ano de 1997, o clima global foi afetado pelos dois extremos do ENOS, com um episódio frio relativamente fraco nos meses de janeiro e fevereiro e um dos mais fortes episódios quentes do Pacífico registrados no final do ano. Neste *El Niño*, que se iniciou em meados de 1997 e se findou em meados de 1998, o sul do Brasil registrou precipitação acima da média nos meses de inverno (junho, julho e agosto), nos meses de primavera (setembro, outubro e novembro), bem como em dezembro do mesmo ano e nos três primeiros meses do ano de 1998. Diaz et alii (1998, p.270) constataram, analisando uma série de dados do período de 1917-1980, conexões entre o fenômeno *El Niño*/Oscilação Sul no Pacífico equatorial e as anomalias de precipitação no Rio Grande do Sul e no Uruguai no fim da primavera e início do verão e no fim do outono e início do inverno .

Durante o mês de outubro de 1997, a intensa precipitação esteve em grande parte relacionada a complexos convectivos de mesoescala desencadeados por sistemas frontais extratropicais que passaram pela região Sul. E, segundo a revista *Climanálise* (1997), durante este mes, “os sistemas frontais, em geral, foram intensificados devido a cavados invertidos, áreas de baixas pressões, aglomerados convectivos e jato em baixos níveis”. Para o mês como um todo, o posto pluviométrico da Pioneer Sementes registrou 360 mm, enquanto a média de 1977-2004 foi de 170 mm; além disso, foram registradas precipitações diárias muito altas em quatro dias: 1/10/1997 – 47mm, 4/10/1997 – 70mm, 14/10/1997 – 53mm, 28/10/1997 – 53mm. Esses aguaceiros estavam ligados a sistemas convectivos em larga escala e resultaram em enchentes em muitos rios e inundações em várias cidades. Durante os meses de verão, na ocasião deste *El Niño* (dez/1997, jan/1998 e fev/1998), o jato de baixos níveis da América do Sul esteve muito forte, o que se traduz em um transporte considerável de ar úmido tropical para os subtrópicos.

Ainda em referência ao efeito de eventos *El Niño*, porém de intensidade fraca ou moderada, destaca-se o período de 1990 a 1995, no qual ocorreram precipitações diárias maiores que 50 mm, no mínimo sete vezes a cada ano.

### 2.3.4 Eventos pluviiais históricos na área em estudo

O *El Niño* de 1939 a 1941, no conjunto dos dados da Estação Santa Cruz do Sul, do Serviço de Meteorologia do Ministério da Agricultura (1914 a 1968), destaca-se tanto em termos de totais mensais e anuais, como em termos de precipitação máxima em 24 horas. O ano de 1941 registrou o total máximo do período, com 2.325,4 mm, a precipitação máxima mensal, nos meses de abril (464,2 mm), maio (403,8 mm) e novembro (293,8 mm) e, também, o trimestre mais chuvoso, com 984,4 mm (de abril a junho), e os cinco meses mais chuvosos do conjunto – de abril a agosto de 1941 a precipitação foi de 1.386,5 mm. Além disso, a precipitação máxima diária registrada para o mês de janeiro, de 113,2 mm, ocorreu em 15/01/1940; a máxima de maio, de 111,5mm, ocorreu em 4/04/1941; e, ainda, o total diário máximo de novembro, de 164,0mm, ocorreu em 16/11/1941. Esta é, até hoje, a maior precipitação em 24h de que se tem registro perto da área de estudo. Como já se observou na seção anterior, a precipitação continuada nos meses de abril e maio, aliada à precipitação intensa do dia 4 de maio de 1941, produziu a maior enchente de que se tem registro em toda a bacia do rio Jacuí.

Alguns eventos de precipitação muito intensa em pouco tempo, como o de 23 de março de 1974 ou o de 8 julho de 2003, não estão relacionados a eventos *El Niño*.

Em março de 1974, ocorreram fenômenos de precipitação excepcional e inundações bruscas em diferentes localidades do Rio Grande do Sul e do sul de Santa Catarina. A precipitação intensa e contínua culminou em inundações históricas e catastróficas nas bacias dos rios Tubarão e Mampituba no dia 24 de março daquele ano (MACHADO, 2005). No Rio Grande do Sul, a área que foi fortemente afetada no dia 23 foi a bacia do arroio Castelhana, abrangendo parte do município de Venâncio Aires e parte do município de Santa Cruz do Sul.

O desencadeamento do evento pluviométrico excepcional no sul de Santa Catarina foi assim descrito, com base nas fontes de registro que existiam à época: um anticiclone marítimo (massa polar atlântica) deslocou-se desde as altas latitudes do hemisfério sul, seguindo uma trajetória incomum, permanecendo estacionário junto à costa sudeste do Brasil, provavelmente bloqueado pela escarpa da Serra

Geral. A circulação em torno do anticiclone fez-se no sentido geral leste-oeste (do oceano para o continente), com ventos de até 80 km/h. O ar úmido proveniente do oceano Atlântico Sul foi lançado sobre o continente e forçado a se elevar pela escarpa da Serra Geral. Esta subida forçada e rápida provocou a expansão e o resfriamento da massa de ar, a condensação do vapor d'água, a formação de nuvens cúmulo e cúmulos-nimbos e uma precipitação orográfica violenta, em curto prazo e localizada (THOFEHRN e ROCHA, 1979, p. 13-14). Atualmente, com a capacidade que se tem para sondar a atmosfera, a atuação de jatos em altos níveis e a formação de complexos convectivos de mesoescala seriam, certamente, considerados fatores essenciais na compreensão da circulação atmosférica regional capaz de originar eventos pluviométricos excepcionais em áreas onde fatores locais contribuíssem para a intensificação da convecção.

Um leigo no assunto, no entanto, só consegue perceber a excepcionalidade do evento como um cronista do Jornal Folha do Mate, que assim descreveu o fenômeno:

Uma nuvem gigantesca veio do sul e se virou em direção noroeste, e ainda não conseguiu ultrapassar a serra de Vila Deodoro, fazendo chover na encosta da serra, onde só parou quando totalmente desgastada, causando aquele flagelo. Neste acontecimento o homem não pode influir. Por sorte o fenômeno acontece raras vezes e, quando acontece não é sempre no mesmo lugar (Folha do Mate, 05/04/1974, p.5).

Já chovia desde sexta-feira, dia 22/03; no entanto, no sábado à tarde começou a chover torrencialmente em toda a bacia do Castelhana. Nos vales encaixados dos arroios Castelhana, Isabela, São João e Grande, em pouco tempo, começaram a ocorrer deslizamentos, enxurradas com blocos e pedras, fluxos de lama, barramentos, desvios de cursos de água e inundações bruscas.

As águas descidas dos morros se juntavam, se somavam nos pequenos arroios que cresceram em proporções fora do comum começando uma destruição. [...] As águas rapidamente ganharam uma fúria incontida e começaram a arrastar desde casas com todos os seus móveis, carros, galpões, chiqueiros de porcos e gado, até pontes árvores e lavouras. (Folha do Mate, 23/03/1974)

Na localidade de Linha Isabel, um adolescente foi carregado pelas águas e, no alto Vale do Castelhana, duas pessoas morreram soterradas. Em termos agrícolas, os prejuízos foram significativos, tanto em termos de produção como de infraestrutura.

A safra agrícola que prometia ser boa até aquele sábado 23/03/1974. Aproximadamente 36.000 sacos de soja foram perdidos, 90.000 sacos de milho, 13.000 sacos de arroz, além do desaparecimento de aproximadamente 100 suínos e 50 bovinos. Em termos de estruturas para fins agrícolas várias casas galpões, pocilgas e cercas foram destruídos pela enxurrada (Folha do Mate, 29/03/1974, p.11).

Às 22 horas, a chuva parou completamente, e a população urbana de Venâncio Aires foi dormir tranqüila. No entanto, a partir das 23 horas, as águas violentamente invadiram a cidade. A inundação atingiu rapidamente as casas em quarteirões mais próximos ao arroio com uma forte correnteza, o que impediu o resgate de qualquer bem. Muitas pessoas foram recolhidas dos telhados ou de árvores.  s duas horas da manhã, a água começou a baixar e, na manhã seguinte, a inunda o já não atingia mais a cidade (Folha do Mate, 29/03/1974).

Cursos d'água como o Castelhana, que têm suas bacias de capta o junto   escarpa e que têm um curso inferior sinuoso e com pouco declive, em situa es como esta, saem rapidamente de seu leito, desenvolvendo uma lâmina de água que se move mais rapidamente e com maior gradiente sobre a planície de inunda o e que causa grande impacto por onde passa. Em 1974, a erosão acentuada e o escoamento superficial nas bacias de capta o foram acelerados pela falta de arboriza o das encostas e pela relativa impermeabilidade dos solos argilosos locais (tornados ainda menos permeáveis pela ausência de vegeta o). A enorme carga de sedimentos resultantes, carregada pelas torrentes e rios, também foi responsável por danos consideráveis nas áreas ocupadas pelo homem junto aos arroios.

Na bacia do Castelhana, os prejuízos foram enormes, tanto no município de Santa Cruz do Sul como em Venâncio Aires. Em Santa Cruz do Sul, a área urbana de Monte Alverne, sede do distrito de mesmo nome, foi a mais atingida, pois a água aí chegou com maior velocidade e mais detritos. Em Venâncio Aires, foi decretada calamidade pública. Em 26/03/1974, o jornal Folha do Mate noticiou como manchete "A maior enchente da história de Venâncio Aires". Constava nas páginas centrais desse jornal que esta enchente teria sido a maior enchente da história de Venâncio Aires, superando em mais de um metro a enchente de 1941 em alguns locais da cidade. A diferença entre as duas inunda es foi sua dura o. A enchente de 1941 foi gradual e perdurou por mais tempo, já a de 1974 registrou um aumento súbito e violento das águas, causando inunda o com dura o de somente algumas horas.

## 2.4 SINOPSE DO CAPÍTULO

Antes de analisar e avaliar as mudanças realizadas pela sociedade ao longo do tempo na área em estudo, que são tratados nos capítulos seguintes, foi necessário conhecer características da bacia hidrográfica, independentes da interferência humana, que contribuem para o regime hidrológico, refletido na variação dos caudais líquidos e no transporte de sedimentos para os baixos cursos tanto do arroio Castelhana como de seus tributários.

Entre as características avaliadas neste capítulo, as climáticas são certamente as preponderantes para a ocorrência de inundações.

Para a compreensão da circulação atmosférica subregional, foi necessária a identificação e a compreensão do dinamismo atmosférico do sul do Brasil, este compreendido como parte da circulação atmosférica zonal. A partir deste cenário atmosférico e de sua relação com a possível ocorrência de inundações, observou-se que:

- No quadro climático do sul do Brasil, os centros de ação que definem mais diretamente o quadro climático são: a) em superfície - o anticiclone migratório polar, o anticiclone semifixo do Atlântico, a depressão do Chaco e a depressão do Mar de Wedell; b) em altitude - a alta da Bolívia, as correntes de jato polar e subtropical e os vórtices ciclônicos de altos níveis. Além destes, principalmente sob o ponto de vista da precipitação, deve-se considerar as anomalias climáticas relacionadas ao ENOS (El Nino/Oscilação Sul), como destacaram vários estudos.

- Os sistemas polares e seu confronto recorrente com o sistema tropical atlântico definem a ocorrência de ciclogêneses e de passagens de pelo menos quatro sistemas frontais por mês, em média, responsáveis por grande parte dos totais pluviométricos registrados ao longo do ano.

- A intensidade de chuva associada a um sistema frontal e a sua velocidade de deslocamento dependem de fatores como o período do ano, a variação da pressão atmosférica ou da umidade relativa regional e a orientação do relevo. Uma

frente estacionária, responsável por chuvas prolongadas e conseqüentes inundações, relaciona-se a um padrão de tempo que funcione como um bloqueio e, normalmente, ocorre quando os ventos de níveis superiores começam a soprar paralelamente à frente, fazendo com que esta perca sua força e comece a se mover mais lentamente. Já as trovoadas severas, que podem desencadear aguaceiros e inundações bruscas, formam-se em áreas onde existe uma frente fria em baixos níveis e divergência dos ventos nos altos níveis, associada aos jatos polares e subtropicais.

- Os complexos convectivos de mesoescala mais restritos no tempo (10 a 20 horas) e localizados também podem provocar intensas precipitações que resultam em inundações bruscas. Apesar de ocorrerem com mais freqüência nos meses mais quentes do ano, também podem ocorrer no inverno.

- A atuação dos sistemas frontais em todas as épocas do ano, juntamente com os processos convectivos mais frequentes no verão, explicam a distribuição equitativa dos números mensais médios de dias de chuva na área em estudo e a não ocorrência de uma precipitação mensal inferior a 100 mm em nenhum mês do ano. No inverno e no início de primavera, porém, chove, em média, mais que no fim da primavera e no verão. Setembro é, historicamente, um mês marcado por intensas precipitações no Rio Grande do Sul, a ponto de ter sido criada no vocabulário popular a expressão "Enchente de São Miguel", em alusão às chuvas próximas ao dia 29 de setembro, dia que reverencia este arcanjo.

- Comparando-se a média total anual da estação de Santa Cruz do Sul (1914-1968), de 1.604 mm, com a da Pioneer Sementes (1978-2005), de 1.774 mm, observa-se que esta última, com um período de registro mais recente, apresenta uma média superior à daquela, o que talvez indique uma umidificação do clima, como observaram Brandão e Lucena (2001), comparando as normais climatológicas das estações do INMET no estado do Rio Grande do Sul nos períodos de 1931-1960 e 1961-1990 (não se pode afirmar com certeza, porque não se tem no segundo conjunto de dados o total de anos estatístico padrão -30 anos - e também porque os períodos observados não correspondem àqueles das normais climatológicas).

Ainda que a distribuição temporal e espacial da chuva seja o fator primaz no desencadeamento do processo das inundações, a compreensão da gênese e da configuração da bacia permite a identificação das áreas marcadamente sujeitas a este processo.

Como observado neste capítulo, índices morfométricos relacionados à forma elíptica da bacia do arroio Castelhana não favorecem a ocorrência de inundações bruscas na sua foz, já que o escoamento é mais distribuído no tempo. Porém, o alto gradiente altimétrico da escarpa nas sub-bacias do Alto e Médio Castelhana e do arroio Grande I, relacionado à própria gênese da Depressão Central Gaúcha, cria uma condição favorável à ocorrência de enchentes no início dos cursos inferiores, onde o declive é praticamente nulo. A bacia do arroio Castelhana, semelhante a outras nesta área de transição, evoluiu a partir de processos sucessivos de incisão linear e de desgaste lateral, cortando as litologias mesozóicas que configuram a frente meridional do Planalto ou Serra Geral. Esta evolução contribuiu para modelar os principais traços do relevo, que na bacia do arroio Castelhana se definem nas seguintes unidades geomorfológicas: Planalto dos Campos Gerais, Serra Geral, Patamares da Serra Geral, Depressão do Rio Jacuí e Planície Alúvio-Coluvionar.

Esta última é aquela que, pelo processo natural, é a receptora da água e dos sedimentos das demais. Em situações de intensa precipitação em um curto período de tempo, nas áreas da Serra Geral de alta declividade do terreno e de solos pouco profundos, ocorre intenso escoamento superficial, elevação súbita e violenta dos caudais, inundações bruscas nas adjacências dos cursos d'água e desenvolvimento de uma lâmina de água que se move mais rapidamente sobre a planície de inundação, causando grande impacto por onde passa.

As características apresentadas neste capítulo foram aquelas que Pigeon (2005) chamou de entorno natural do sistema risco. Para ele, o “sistema risco”, propriamente dito, identifica-se pelas interações entre os processos físicos antropizados, que redefinem e ampliam a ocorrência de eventos de inundação, e fatores de povoamento, que favorecem desigualmente tanto a degradação ambiental como os danos e perdas em eventos de inundação. A construção do risco pelo povoamento é o que se aborda nos próximos dois capítulos.

### 3 DINÂMICA SOCIAL À ESCALA DA BACIA

Neste capítulo, enfatiza-se o papel da transformação do espaço pela ação humana à escala da bacia; ação esta que é sempre intencional e reflexiva, ou seja, seu significado é compreendido avaliando-se as razões e motivos dos atores sociais inseridos no contexto da ocorrência dos fenômenos.

A ação humana tem sempre um significado, que pode ser subjetivo ou intersubjetivo. O significado subjetivo diz respeito ao que se passa na mente consciente ou inconsciente de cada indivíduo, ao passo que o significado intersubjetivo se refere ao conjunto de regras e normas que favorecem o compartilhamento de crenças por grupos de pessoas inseridas em determinado contexto sociocultural.

A aquisição de informação sobre a ação humana à escala da bacia, para entender o problema das inundações na cidade de Venâncio Aires, relaciona-se à concepção de que o ambiente no qual se encontra localizada a cidade é resultante de processos continuados e multiformes, sobre um espaço tanto próximo quanto distante deste ambiente, produto resultante do meio físico e das diversas intervenções realizadas por seus habitantes. Concebe-se que os fluxos de origem urbana modificam o meio rural próximo. O aumento das necessidades dos cidadãos<sup>11</sup> acarreta alterações nos fluxos naturais, na capacidade de carga do ambiente, bem como na intensificação das migrações, dos fluxos de água, dos fluxos de energia e de mercadorias com as áreas rurais próximas, resultando em modificações no assentamento urbano e no seu contexto geográfico<sup>12</sup>.

Nesta perspectiva, a primeira subseção deste capítulo trata das mudanças no uso e na cobertura da terra que podem ter modificado a descarga e a carga sólida dos cursos de água. A segunda subseção se refere às modificações ocorridas diretamente no canal fluvial para controlar as vazões (para desvio ou armazenamento das águas) ou a outras alterações na forma do canal visando a

---

<sup>11</sup> O termo “cidadãos” abrange tanto os habitantes da área urbana de Venâncio Aires, que precisam de água, de energia e de alimentos, como a população de lugares muito distantes, que é consumidora dos produtos agrícolas oriundos da área rural deste município.

<sup>12</sup> Os argumentos desenvolvidos nesse parágrafo se inspiram amplamente em Pigeon (1994 e 2005) e em Mendonça (2004).



atenuar o efeito das enchentes e da deposição de material, ou, ainda, a facilitar a exploração agrícola ou mineral.

### **3.1 MUDANÇAS NO USO E NA COBERTURA DA TERRA NA BACIA DO ARROIO CASTELHANO**

O termo “uso da terra”, neste trabalho, refere-se às atividades conduzidas pelo homem em relação a uma extensão de terra. Esta acepção, estabelecida pelo IBGE (2006, p.35-36), inclui uma série de atividades desenvolvidas pelos homens, diretamente relacionadas à terra, com a intenção de obter produtos e/ou benefícios através do uso dos recursos desta. Portanto, o uso da terra relaciona-se à função socioeconômica (agricultura comercial ou de subsistência, habitação, extração mineral, silvicultura, pastoreio, proteção ambiental) da superfície básica.

O termo “cobertura da terra” define o estado ecológico e a aparência física da superfície da terra, incluindo a quantidade e o tipo de material (vegetação natural ou de cultivo, água, gelo, rocha nua, areia e superfícies similares, além das construções artificiais criadas pelo homem) que recobre a superfície desta (MARINO Jr., 2006; IBGE, 2006).

Os conceitos de uso e de cobertura da terra, nestas acepções, guardam íntima relação entre si e costumam ser aplicados alternativamente, pois, geralmente, as atividades e regras de uso instituídas pelas sociedades estão diretamente relacionadas com o tipo de revestimento do solo, seja ele florestal, agrícola, residencial ou industrial. A separação entre os dois conceitos é, então, um recurso analítico. Por exemplo, dados de sensoriamento remoto, ao serem interpretados a partir de modelos, tonalidades, texturas e formas, permitem retratar os revestimentos da superfície pela sua localização e seus arranjos espaciais, porém, não registram a atividade diretamente. O uso da terra pode ser inferido dos mapeamentos de cobertura da superfície, mas nem sempre é fácil captar mudanças de uso através desses documentos, e, além disso, nem todas as atividades desenvolvidas pelos homens encontram-se diretamente relacionadas com a cobertura da terra. Por isso, faz-se necessária a utilização de dados auxiliares (censos agropecuários, registros de jornal, mapas antigos, relatórios) para uma melhor compreensão do problema.

### 3.1.1 Povoamento da bacia do Castelhana

A ocupação e posse útil da área que corresponde aos terrenos da bacia do arroio Castelhana iniciaram no século XVIII, legitimadas pela concessão de sesmarias<sup>13</sup> a tropeiros e militares luso-brasileiros. Nesta área, como aponta Vogt (2004, p.63), a primeira sesmaria foi concedida, em 1762, a Francisco Machado Fagundes, capitão de tropas aquarteladas em Rio Pardo. Este, contudo, confiava a tarefa de manter, explorar e defender a terra aos seus escravos e a mestiços, que desenvolviam atividades extensivas na sesmaria, como a pecuária, o extrativismo (madeira e erva-mate) e o plantio para sustento próprio. Processo de ocupação semelhante ocorreu nas outras oito sesmarias concedidas na área geográfica que, posteriormente, viria a constituir o município de Venâncio Aires.

A ocupação mais intensiva iniciou-se quando os descendentes dos sesmeiros passaram a lotear suas terras para a colonização teuta e teuto-brasileira no século XIX. Em 1856, foi criada a colônia particular de Mariante às margens do rio Taquari, e, a partir de 1860, instalaram-se novas colônias - Brasil, Isabel e Santa Emília –, estas efetivamente na bacia do arroio Castelhana (Silveira, 2007, p.192). A colonização nesta área iniciou-se por Monte Alverne, colônia criada pelo presidente da Província em oito de fevereiro de 1859. Segundo Vogt (2004, p.117), “*esta nova colônia deveria ter uma picada<sup>14</sup> de comunicação com o rio Taquari, outra que servisse para o trânsito de cargueiros e viajantes para a colônia de Santa Cruz e uma terceira que deveria ligá-la com a Freguesia de Soledade*”. A primeira e a terceira picada serviram para a estruturação e para a distribuição das linhas de colonização que eram abertas na floresta subtropical que cobria as terras drenadas pelo Castelhana e seus afluentes; trata-se das linhas Antão, Saraiva, Isabel, Maria

---

<sup>13</sup> Lote de terra para campos de criação que, segundo Silveira (2007), no Rio Grande do Sul, correspondia, em regra, a uma área com uma légua de frente por três de fundo, algo em torno de 13.068 hectares. A maioria das sesmarias concedidas na área que hoje conforma o município de Venâncio Aires tinha, porém, uma extensão bem menor, conforme dados apresentados por Vogt (2004).

<sup>14</sup> Picada era uma estrada rudimentar aberta no mato, inicialmente, a golpes de facão. Roche (1969, p.211) a qualificou como “a unidade orgânica do povoamento”, porque ela tornou possível a sociabilidade entre os colonos, por viabilizar relações de vizinhança, de entretenimento, de solidariedade e de compra e venda, através dos pontos de encontro, como a capela, a escola, o salão de festas e a loja (ou venda) – todos localizados em algum ponto à beira das picadas.

Madalena, Marechal Floriano, Brasil e Cecília. A partir da estruturação da colônia oficial de Monte Alverne, também foram instaladas várias colônias privadas, como Santa Emília, Sapé, Grão Pará, Travessa (VOGT, 2004, p. 117-123). Ao longo dessas linhas, em um traçado de orientação norte-sul ou leste-oeste, eram demarcados os lotes coloniais, glebas retangulares, estreitas e paralelas, com uma superfície média de 48 ha. Na bacia do Castelhana, a colonização germânica ocorreu primeiramente na Serra Geral, dos 200 metros acima do nível do mar, mais ao sul, aos 600 metros, a noroeste; enquanto isso, as colônias privadas, já se localizavam na área dos Patamares da Serra Geral, de menor altitude.

As picadas, as linhas e os lotes concentravam-se mais ao oeste e ao norte do núcleo urbano. Na margem esquerda do arroio Castelhana, também se observa este mesmo padrão a nordeste, ao passo que, a leste e sul da sede municipal, ocorre um padrão mais disperso de ocupação, porque, nesta porção, as terras da sesmaria Faxinal dos Fagundes não foram loteadas com colônias.

Aos poucos, começou a se estruturar nas colônias um comércio local: vendas, armazéns, bodegas, casas comerciais. Entre os produtos que alimentavam esse mercado estavam o milho, a banha de porco, o fumo e a erva-mate. Além do comércio, com o tempo, constroem-se também as oficinas que passaram a transformar a produção primária local, como os moinhos de milho, os monjolos para trituração da erva-mate, as preparadoras de fumo em folha e em corda e as beneficiadoras de banha de porco (ROSA E VOGT, 2004, p. 267-268). Para o escoamento da produção das colônias da margem esquerda do Castelhana, também foi construída, em 1878, a primeira ponte sobre o arroio Castelhana.

De certa forma, o padrão de arranjo típico do processo de ocupação colonial ainda está marcado na atual organização do território. Nas antigas áreas coloniais, ocorreu grande fragmentação das propriedades por motivos de herança, adensando ainda mais o povoamento. Isto não ocorreu na mesma proporção nas demais áreas, que continuam apresentando propriedades com maiores extensões territoriais. Em Venâncio Aires, em 1995, 61% dos estabelecimentos agropecuários tinha menos de 10 hectares, e 99%, menos de 100 hectares, conforme a tabela 4.

**TABELA 4 Venâncio Aires/RS - Estabelecimentos agropecuários segundo os grupos de área total (ha) - 1995<sup>15</sup>**

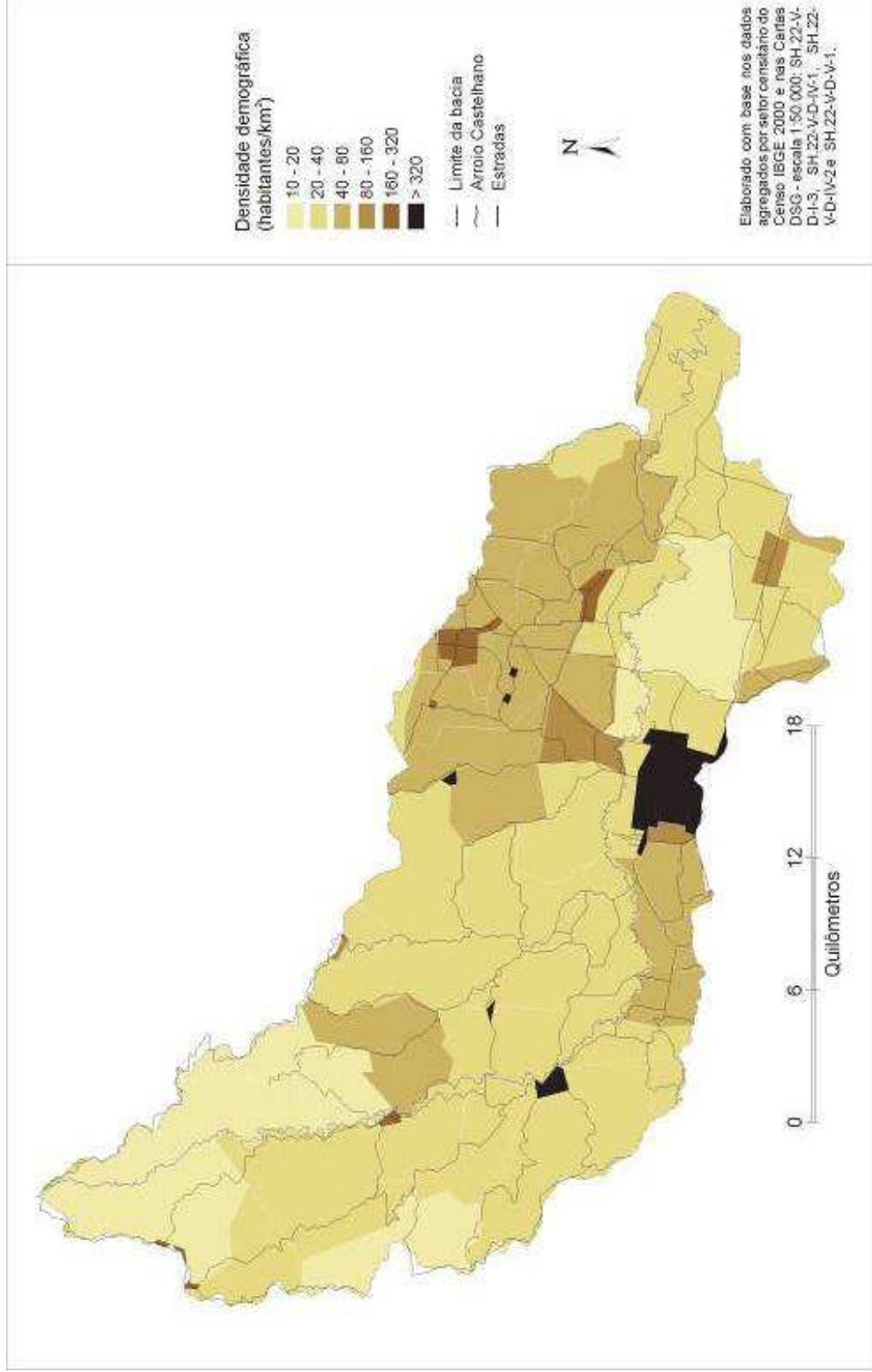
Grupos de áreas	Menos de 10	10 a menos de 100	100 a menos de 200	200 a menos de 500	500 a menos de 2000	2000 a mais	Sem declaração
Nº de estabelecimentos	3 304	2 065	22	7	1	-	13

Fonte: <http://www.sidra.ibge.gov.br/>

O padrão de organização do território relacionado ao processo de ocupação colonial está marcado até hoje na distribuição da população (Fig. 38). As áreas que se constituíram, ao longo do período de colonização, em centros de comércio local das linhas e picadas são, atualmente, as sedes dos distritos ou as sedes municipais, apresentando povoamento mais denso (entre 320 e 1700 hab/km<sup>2</sup>). Também as áreas das colônias que apresentaram, desde cedo, um denso parcelamento da terra continuam apresentando uma ocupação densa (40 a 80 hab/km<sup>2</sup>), se comparadas a outras áreas rurais do município. Estas áreas situam-se na unidade geomorfológica Patamares da Serra Geral, com solos de terra roxa estruturada eutrófica. O setor censitário que apresenta menor densidade demográfica (14,35 hab/km<sup>2</sup>), de acordo com os dados do Censo 2000, é o que corresponde às terras da sesmaria dos Fagundes não loteadas em 1915. Os demais setores que apresentam uma menor densidade (de 10 a 20 hab/km<sup>2</sup>) localizam-se nas áreas de relevo mais acidentado do distrito de Deodoro em Venâncio Aires e de São Martinho e Paredão em Santa Cruz do Sul. Nestas áreas, em função da maior precariedade de acesso e da dificuldade de mecanização, menos pessoas continuam vivendo nas propriedades rurais.

Com base nos dados do Censo 2000, agregados por setores censitários, estima-se uma população total de 47.495 habitantes para a bacia do arroio Castelhana. A fim de empreender este cálculo, para os setores censitários que estavam somente parcialmente situados na Bacia, estimou-se a quantidade de habitantes para a área do setor que se localizavam dentro da mesma. Assim, da área urbana de Venâncio Aires, somente 68% da população foi contada. A densidade demográfica média da Bacia é de 111,8 habitantes por quilômetro quadrado.

<sup>15</sup> Os dados do censo agropecuário de 2006 ainda não estavam disponíveis.



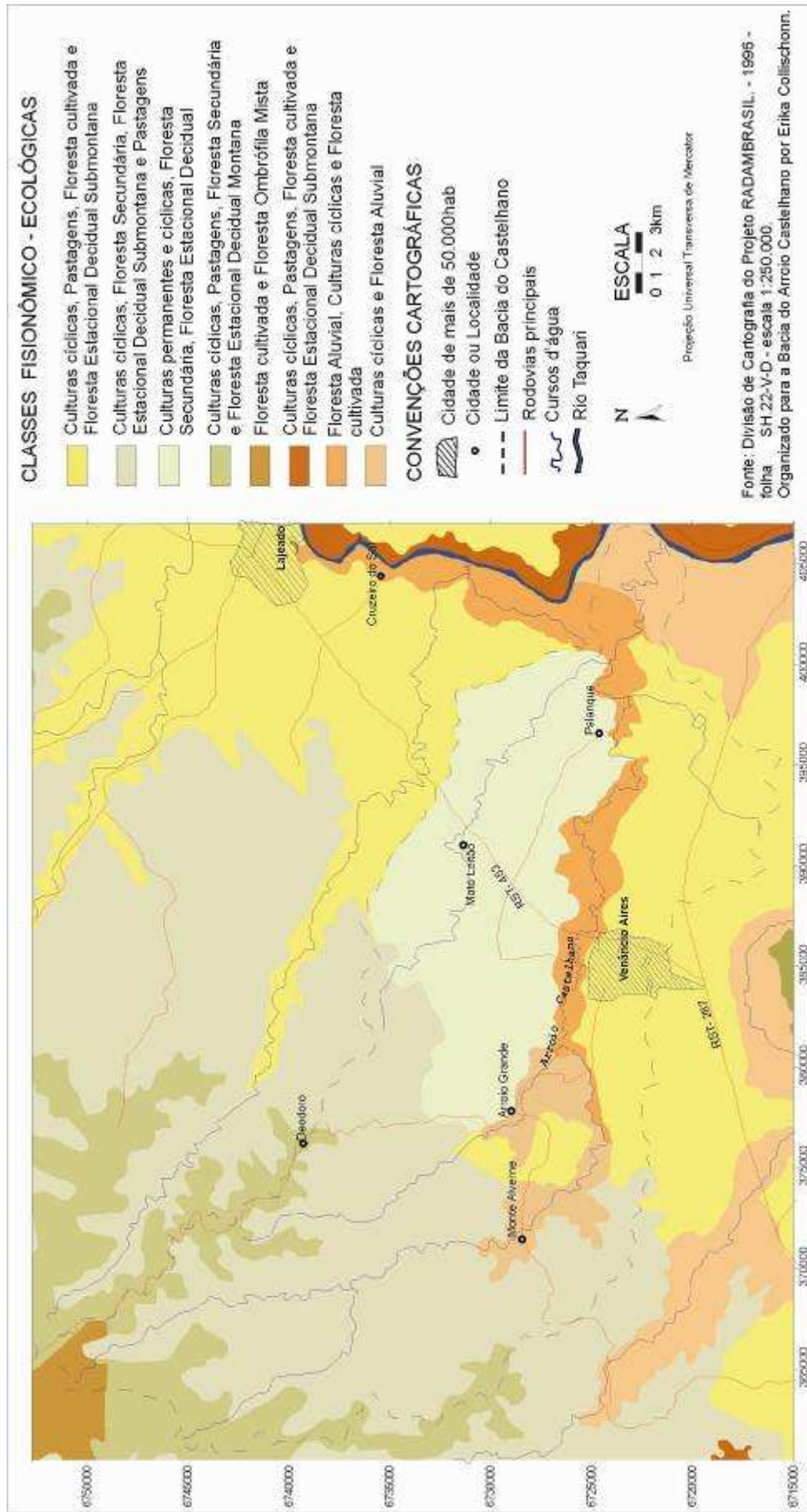
**FIGURA 38** Bacia do Arroio Castelhanos – Distribuição da Densidade Demográfica (2000)

### 3.1.2 O uso e a cobertura da terra

As características de uso e de cobertura da terra na bacia do arroio Castelhana são heranças do processo de ocupação deste território. Algumas áreas, pela sua condição natural, criaram uma tradição de uso da terra; outras permitiram a incorporação de avanços técnicos durante o povoamento, que as tornaram diferentes.

Teixeira e Coura Neto (1986) realizaram, durante a vigência do projeto RADAMBRASIL, um reconhecimento da vegetação desta área, considerando as regiões fitoecológicas, as áreas de formações pioneiras e de tensão ecológica, bem como as áreas de vegetação antrópica. Deste trabalho resultou um mapa-síntese do uso e da cobertura da terra, para as cartas em escala 1:250.000, no qual foram identificadas seis classes fisionômico-ecológicas na área da bacia do Castelhana. Este mapa-síntese foi considerado conveniente para o entendimento das alterações de uso da terra na bacia do Castelhana neste trabalho, pois ele mostra as heranças naturais, as permanências e as alterações ocorridas ao longo do processo de ocupação da Bacia.

A classificação de Teixeira e Coura Neto (1986) foi adotada como base; realizou-se, contudo, uma reavaliação, considerando o período já decorrido depois do levantamento realizado pelos técnicos do RADAM. Processamentos de imagens de satélite indicaram uma resposta espectral peculiar à margem esquerda do arroio Castelhana, principalmente no seu médio e baixo curso. Há pequenos efeitos de sombra (de um ou dois *pixels*) permeando outras respostas espectrais. Em trabalho de campo, foi identificada nestas áreas a predominância da cultura permanente de erva-mate, distribuída em linhas espaçadas, em consórcio com culturas cíclicas. Em função disso, foi incorporada mais uma classe fisionômico-ecológica ao mapa-síntese anteriormente desenvolvido constituída por culturas permanentes e cíclicas, por floresta secundária e por floresta estacional decidual. O mapa resultante (Fig.39) servirá para alicerçar o entendimento da evolução do uso da terra na Bacia.



**FIGURA 39** Bacia do arroio Castelhano – Classes de uso e ocupação da terra - 2006

Neste mapa-síntese também foram incorporadas à classe – culturas cíclicas e floresta aluvial - as áreas de várzea dos arroios Castelhana e Grande, a montante da cidade de Venâncio Aires, que foram amplamente incorporadas ao cultivo agrícola em meados da década de 1980, como será detalhado adiante.

### 3.1.2.1 A cobertura potencial da terra

A bacia do arroio Castelhana, antes do processo de colonização, era coberta por quatro tipos de fitofisionomias: floresta estacional decidual montana, floresta estacional decidual submontana, floresta aluvial e os campos. Resquícios destas fitofisionomias ainda foram encontrados na cobertura da terra na década de 1980 (Fig. 40), como mostrou o mapeamento das classes fisionômico-ecológicas de Teixeira e Coura Neto (1986).

Na parte mais setentrional da bacia ocorriam a floresta ombrófila mista montana e a floresta estacional decidual montana. A floresta ombrófila mista montana apresentava espécies arbóreas perenifólias dominando o estrato superior, sendo a *Araucaria angustifolia* a espécie mais característica, além de árvores caducifólias em menor proporção. A floresta estacional decidual montana diferenciava-se da anterior por não apresentar a *Araucaria angustifolia* em um estrato superior, que era, em vez disso, dominado por leguminosas de origem tropical, que perdem suas folhas no inverno. O estrato arbóreo e arbustivo desta floresta, que crescia à sombra das grandes árvores, era formado por indivíduos do bosque alto em fase de crescimento e por outras espécies arbóreas e arbustivas, entre as quais, a erva-mate (Pérez, 1991, p. 69-71).

A floresta estacional decidual submontana tinha seu limite superior nos 450-500 m de altitude, cobria a porção central da bacia com vales encaixados e estreitos divisores de água (com declividades superiores a 40%), estendia-se sobre os interflúvios menos dissecados (declividade de 5 a 10%), a sudeste, e tinha seu limite inferior local aos 40 m de altitude. Estruturalmente, a floresta estacional decidual submontana apresentava dois estratos arbóreos diferenciados: o superior aberto, com altura entre 25 e 30 m, era formado por leguminosas de origem tropical, que perdem suas folhas no inverno; o estrato inferior, nunca superior a 20 m, era



contínuo e formado por espécies perenifólias com grande variedade florística (Teixeira e Coura Neto, 1986, p. 581).

Nas altitudes mais baixas, na planície de inundação do arroio Castelhana e do rio Taquari, era comum a floresta aluvial. O que determina a diferenciação desta floresta da anterior é justamente o excesso de umidade no solo. Nas áreas sujeitas a inundações periódicas, o solo é mal drenado, o que condiciona o crescimento de um estrato arbóreo aberto composto por jerivás corticeiras, ingás, branquilhos, salgueiros, etc. Já nas áreas em que as inundações ocorrem de forma mais esporádica e o solo já apresenta melhor drenagem, o estrato arbóreo é mais denso e formado por espécies da floresta estacional decidual submontana (Pérez, 1991, p.69).

As formações herbáceas e herbáceo-arbustivas, também denominadas campos, ocorriam naturalmente nos entremeios da floresta estacional decidual submontana, formando os chamados faxinais. Este termo, no Rio Grande do Sul, é utilizado para denominar uma vegetação natural de campos próprios para pastagens ou para lavouras, onde há, espaçadamente, grupos de árvores designadas capões-de-mato. Estas línguas de campo ocorriam, intercaladas às florestas, nos terrenos da margem direita do Castelhana, em altitudes inferiores a 100 m, formadas pelos amplos interflúvios aplainados, pouco dissecados e de baixa declividade, existentes entre o Castelhana (ao norte), a sanga das Mulas (afluente do Castelhana, ao centro), o rio Taquari Mirim (ao sul) e o rio Taquari (ao leste).

### 3.1.2.2 Usos incorporados à Bacia e mudanças fitofisionômicas e ecológicas

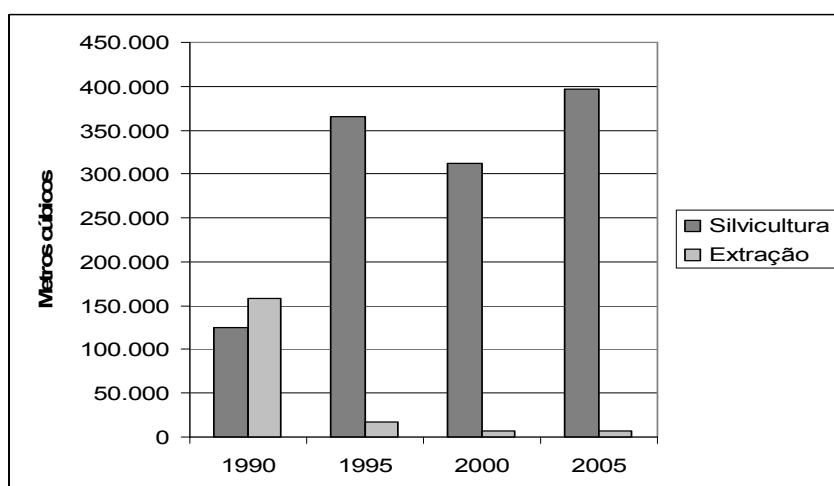
Ainda há resquícios de araucárias da floresta ombrófila mista montana na porção mais setentrional da Bacia, mas predominam os reflorestamentos com pínus e acácia-negra. Já na área formada por uma linha sinuosa que acompanha as bordas superiores dos vales formados pela rede hidrográfica que drena a Bacia, onde originalmente predominavam a floresta estacional decidual montana, interpenetrada pela floresta ombrófila mista, são mais comumente encontrados, atualmente, capoeiras, matas secundárias e cultivos cíclicos.

A colheita de erva-mate, inicialmente, era uma atividade extrativa, principalmente nas áreas de floresta ombrófila mista montana e de floresta estacional decidual montana. Segundo Pérez (1991, p.73), os ervais das florestas serranas já proporcionavam aos jesuítas, no século XVII, a moeda utilizada nas transações comerciais, a erva-mate. As folhas do arbusto *Ilex paraguariensis* eram coletadas e transportadas para as missões, onde eram processadas. Mais tarde, porém, essa passou a ser uma importante atividade agrícola na bacia do Castelhano.

A técnica de plantio da erva-mate foi levada à prática em Venâncio Aires no ano de 1900 e espalhou-se rapidamente como lavoura permanente em todas as áreas coloniais da Bacia, conferindo importância à produção local deste produto. Em 1935, Venâncio Aires era o segundo município do Rio Grande do Sul em número de ervais plantados, com 200.000 pés, ficando atrás somente de Palmeira das Missões. Nos anos 1990, Venâncio Aires foi, durante quase toda a década, o município do Rio Grande do Sul que mais produziu erva-mate (em folha verde) oriunda de lavoura permanente, chegando a produzir 68.250 toneladas (4.550.000 arrobas) em 1993. Somando-se a quantidade produzida em Mato Leitão, município desmembrado de Venâncio Aires em 1992, pode-se considerar que a produção de erva-mate da lavoura, em 1993, na bacia do arroio Castelhano, foi de 74.344 toneladas. Porém, a partir do novo século, devido ao baixo preço obtido pela erva-mate em folha, em razão da importação de erva beneficiada dos países platinos a baixo custo, reduziu-se significativamente a área de ervais plantados em Venâncio Aires. No censo agropecuário de 2006, com uma produção de 10.000 toneladas em lavoura temporária, Venâncio Aires foi superada por Ilópolis, Arvorezinha, Palmeira das Missões e Fontoura Xavier. A produção extrativa, neste mesmo ano, foi somente de 18 toneladas. As lavouras permanentes de ervais ainda existentes localizam-se, principalmente, nas porções intermediária e baixa da Bacia, nas terras drenadas pelos arroios da margem esquerda do Castelhano: arroio Grande I e arroio Grande II.

A Serra Geral apresenta sérias limitações topográficas ao aproveitamento agrícola, e seu uso mais adequado deveria ser o florestal. Com a colonização, no entanto, a floresta estacional decidual submontana, que originalmente cobria o terreno desta unidade geomorfológica, foi dando lugar à agricultura de subsistência,

aos poteiros<sup>16</sup> e, posteriormente, à agricultura comercial (principalmente de tabaco, de soja e de milho). Resquícios da floresta primária restavam somente nas áreas com topografia muito íngreme, sobre as quais era impossível plantar; mesmo assim, segundo PEREZ (1991, p.85), estas manchas de mata proporcionavam a madeira para as construções domésticas e a lenha para os secadores de fumo e para os usos domésticos. Segundo a mesma autora, a fim de se obter 1.800 kg de tabaco seco, a partir de um hectare de fumo cultivado, eram necessários 1.989,30 m<sup>3</sup> de lenha, o que equivale à derrubada de 0,12 ha de mata natural. Uma produção de fumo de 15.580 toneladas, como foi a de Venâncio Aires em 1990, requeria a derrubada de 519 ha de mata natural. Devastações desta dimensão não ocorrem mais, felizmente, desde o final dos anos 1980, quando aumentou a participação relativa da produção de lenha de cultivos florestais (Fig. 40).



**FIGURA 40 Município de Venâncio Aires - Procedência da produção de lenha (1990 a 2005)<sup>17</sup>**

Fonte: <http://www.sidra.ibge.gov.br/>

Os cultivos florestais com espécies de crescimento rápido, para a produção de lenha, foram incentivados pela agroindústria fumageira, que incluía no pacote, por um preço simbólico, a aquisição de mudas de eucalipto em número equivalente ao de árvores adultas que eram necessárias, pelo cálculo, para o consumo da

<sup>16</sup> Pastos adjacentes às dependências domésticas dos colonos, destinados a guardar e a alimentar reduzido número de cabeças de gado.

<sup>17</sup> É provável que os dados de 1995, 2000 e 2005, não tenham sido medidos em metros cúbicos e sim em volume em estéreo (st), que corresponde em média a 0,60 m<sup>3</sup>. Assim a produção de lenha da silvicultura passaria 158.000 m<sup>3</sup> em 1990 para 219.000 m<sup>3</sup> em 1995, 186.970m<sup>3</sup> em 2000 e 237.970m<sup>3</sup> em 2005, o que indicaria um crescimento mais razoável.

colheita de fumo, a cada ano (Perez, 1991, p.89). Ao mesmo tempo, a partir dos anos 1990, intensifica-se a fiscalização florestal no Rio Grande do Sul, baseada na Lei nº 9.519, de 21 de janeiro de 1992, do Código Florestal do Rio Grande do Sul, que proibiu o corte tanto das florestas nativas primárias quanto das florestas nativas secundárias em regeneração. O eucalipto (*Eucalyptus ssp.*) e a uva-do-japão (*Hovenia dulcis ssp.*) transformaram-se nas espécies preferenciais para reflorestamento na Bacia. O rápido crescimento do eucalipto permite a realização do primeiro corte seis anos após o plantio e o aproveitamento dos rebrotes para mais dois cortes. Já a uva-do-japão, além do crescimento rápido, não sofre tanto quanto o eucalipto o ataque das formigas na fase de muda. Além do eucalipto e da uva-do-japão, outras variedades florestais são cultivadas na Bacia, como a acácia-negra, o pínus americano, o cedro e a bracatinga. Em Venâncio Aires, que tem 58% do seu território na bacia do Castelhana, foram plantadas, em 1996, 11.318.117 árvores de eucalipto, 222.750 árvores de acácia-negra, 47.607 árvores de pínus e 2.853.711 árvores de outras espécies (fonte: <http://www.sidra.ibge.gov.br/>). Como, em 1996, o IBGE não citava a uva-do-japão entre os cultivos, esta deve estar contabilizada junto com as outras espécies. A quantidade de árvores em cultivos cresceu muito em relação a 1975, ao passo que a área cultivada com tabaco não teve o mesmo crescimento<sup>18</sup>. O que se observa na Bacia é que, em função da política de reflorestamento implantada pela agroindústria, caracterizada pela negociação individual com o agricultor integrado, as parcelas de cultivos florestais são áreas, na maioria das vezes, de meio hectare ou ainda menores. Por esta razão, não se distinguem as áreas de cultivo florestal pela forma ou pela dimensão das parcelas em imagens de satélite LANDSAT TM ou CBERS, já que sua dimensão, normalmente, é de três até 10 *pixels* na imagem (células de 30 m x 30 m ou de 20 m x 20 m).

Além da diminuição do corte da floresta nativa, devido ao aumento do uso de lenha de cultivos florestais de crescimento rápido nos últimos 20 anos, outro fator tem contribuído para frear o desmatamento. A dificuldade de cultivo agrícola e o

---

<sup>18</sup> Observa o agrônomo Ricardo Wanke de Melo que não se pode comparar a necessidade de lenha com a área cultivada com fumo, mas sim a necessidade de lenha com a produtividade de fumo, que pode ter aumentado ao longo destes anos, exigindo mais lenha para a mesma área. Além disso, 1 ha de fumo necessita de 0,12 ha de mata. Como as árvores demoram 6 anos para chegar ao ponto de corte, 1 ha de fumo, em seis anos, precisa de 0,72 ha de reflorestamento.

baixo rendimento da produção em áreas de relevo acidentado, aliados ao envelhecimento da população rural, têm levado ao abandono de áreas de cultivo e ao desenvolvimento de floresta secundária, tendência que se verifica em toda a Serra Geral no Rio Grande do Sul, segundo consta no Inventário Florestal realizado em 2004 (RIO GRANDE DO SUL, 2004).

Os patamares da Serra Geral apresentam solos de boa potencialidade agrícola, sendo necessário realizar a correção (calagem) e a aplicação de pequenas doses de adubo para melhorar sua fertilidade (Teixeira e Coura Neto, 1986, p.434). Em função disso, é também a área da Bacia na qual há maior aproveitamento agrícola. Nos patamares localizados na margem esquerda do Castelhana, além dos ervais, é intenso o uso da terra para culturas cíclicas: milho, fumo, soja. Já nos patamares à direita do Castelhana, dominam somente as culturas cíclicas. Os preparativos do solo para o plantio do tabaco iniciam em junho e em julho. A partir de agosto, inicia o plantio, sendo que os tratos com o fumo vão até a colheita, em dezembro/janeiro, quando é plantado o milho na mesma área.

Na unidade geomorfológica Depressão do rio Jacuí, atualmente, além do uso urbano, alternam-se cultivos de fumo e de milho, pastagens e reflorestamentos de eucalipto. Perto dos córregos e dos cerros há, ainda, resquícios de floresta estacional decidual submontana.

A planície alúvio-coluvionar próxima à foz do arroio Castelhana no rio Taquari, onde ocorre uma associação de solos entre planossolos e gleissolos eutróficos, é cultivada, predominantemente, com lavouras temporárias de milho, de fumo, de soja e de arroz. Já a área da várzea, frequentemente inundada, é utilizada para reflorestamento de eucalipto ou para criação de gado, mas também há remanescentes da floresta aluvial nas áreas mais brejosas. Da mesma forma, ainda há resquícios desta cobertura original na porção a montante da cidade, ainda que muitas das áreas brejosas e sujeitas às inundações aí existentes tenham sido drenadas e transformadas em lavouras de fumo, de milho, de arroz e de outras culturas cíclicas, através do Projeto PROVÁRZEAS<sup>19</sup>, cuja execução se deu na década de 1980 (Fig. 41).

---

<sup>19</sup> O PROVÁRZEAS, instituído através do Decreto Federal nº 86146 em 23.06.81, tinha como objetivo inicial incorporar áreas de várzea ao sistema produtivo de soja e de milho, através de drenagem.



**FIGURA 41 Arroio Grande I - Várzea com cultivo cíclico (setembro de 2007)**

Fonte: Fotografia de Erika Collischonn.

Para o máximo aproveitamento dos terrenos, o uso agrícola estendeu-se até a proximidade dos canais (Fig. 42), causando problemas de erosão das margens e de assoreamento a jusante.

Como paliativo para os problemas de assoreamento do leito e erosão das margens dos arroios, o próprio PROVÁRZEAS previu recursos para a dragagem, para a remoção de material acumulado no Castelhana, e para o cultivo de florestas nas margens dos arroios. A floresta aluvial desapareceu destas várzeas sistematizadas.

---

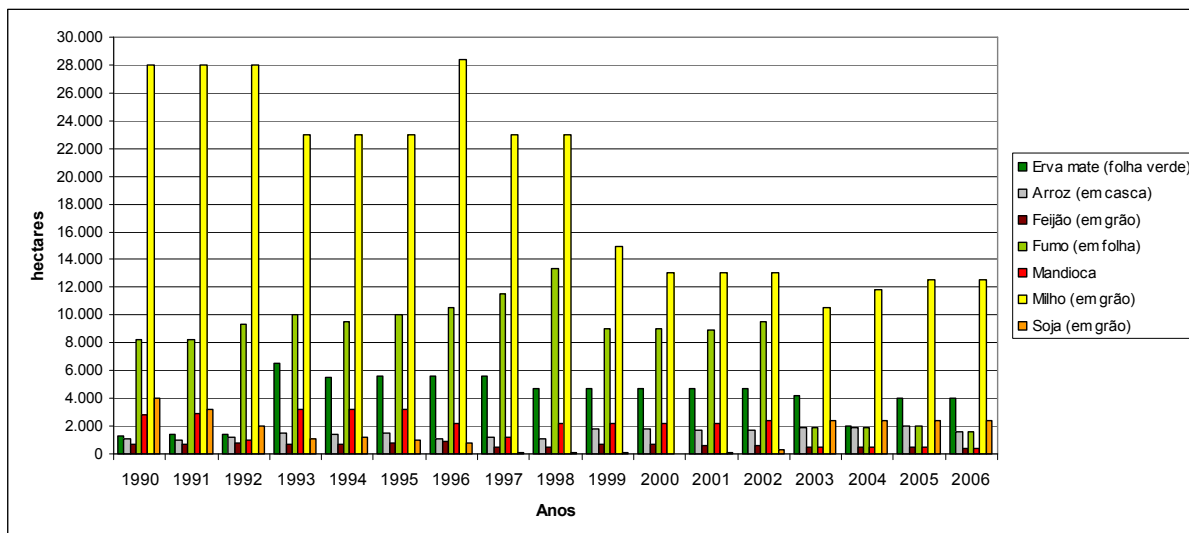
Sustentado no tripé técnica, máquina e crédito, concedia subsídios aos agricultores para a realização de obras de dragagem, quando estes se comprometiam a produzir com assistência técnica e com novas tecnologias (tratores, irrigação, calagem e adubação). O Provárzeas, no Rio Grande do Sul, acabou se descaracterizando, posteriormente, ao destinar a maioria dos recursos para a sistematização de lavouras para cultivo de arroz.



**FIGURA 42 Cultivo de fumo até a margem do arroio Castelhana durante enchente, em outubro de 2005**

Fonte: Fotografia de Cristiano Stoelben

A partir de 1999, houve uma diminuição significativa das áreas cultivadas com as principais culturas em Venâncio Aires, inclusive a da erva-mate (IBGE, 1999) (Fig. 43). Devido a um acordo assinado entre os países do Mercosul, desde 1995 houve um incremento superior a 300% nas importações brasileiras de erva-mate cancheada originária da Argentina, o que provocou a diminuição da rentabilidade desse cultivo para os agricultores locais e, conseqüentemente, também da área plantada. A diminuição no caso das demais culturas pode ter ocorrido por substituição de cultivos, na busca de maior diversificação da produção. Nesta mesma época, aumentaram as áreas cultivadas com cana-de-açúcar e com trigo e as de florestas cultivadas.



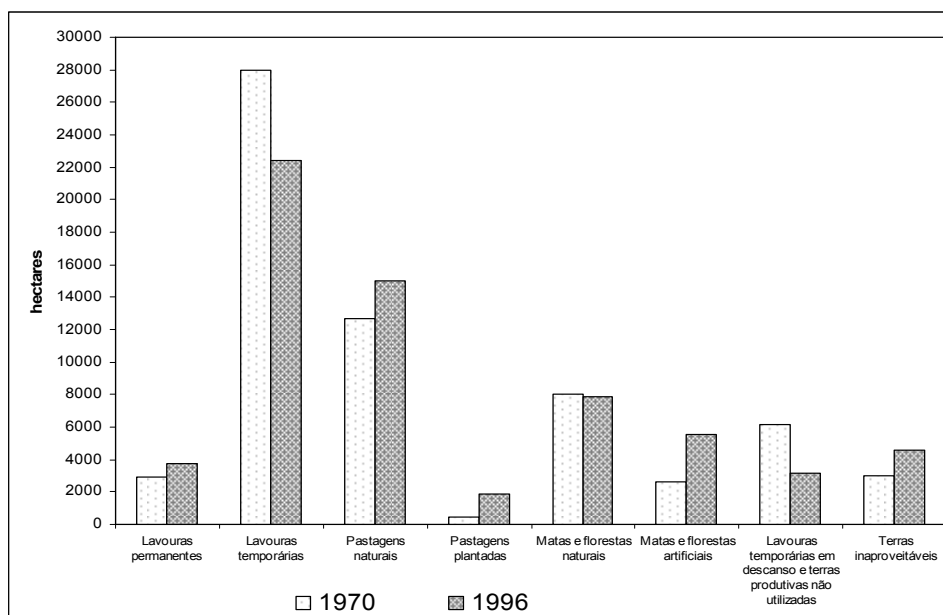
**FIGURA 43 Venâncio Aires - Evolução da área plantada de culturas permanente e temporárias - 1990 a 2006**

Fonte: <http://www.sidra.ibge.gov.br/>.

Ainda no intento de avaliar as mudanças ocorridas no uso das terras na área em que se encontra a bacia do Castelhana, foi realizada uma comparação entre os dados do censo agropecuário de 1970 do município de Venâncio Aires e os dados do censo agropecuário de 1996 dos municípios de Venâncio Aires e de Mato Leitão.

A soma das áreas de todos os usos era equivalente a 64.645 hectares, em 1970, e a 64.202 hectares, em 1996. O gráfico (Fig. 44) mostra que, entre 1970 e 1996, segundo os dados do IBGE, houve um pequeno crescimento de área das lavouras permanentes; uma diminuição de área das lavouras temporárias; um aumento das áreas de pastagens, tanto das naturais como das artificiais; uma ligeira diminuição de áreas com florestas naturais e um crescimento de mais de 100% na área das florestas artificiais; uma diminuição significativa das terras produtivas não utilizadas e de lavouras temporárias em descanso e um aumento das terras inaproveitáveis. Estas duas últimas variáveis não são exatamente comparáveis, porque os critérios de definição de cada uma delas mudou entre os dois censos considerados.





Fonte: IBGE - Censos agropecuários de 1970 e de 1996.

**FIGURA 44 Venâncio Aires - Uso das terras - 1970 e 1996**

### 3.2 USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NA ÁREA DE EXPANSÃO URBANA SOBRE A PLANÍCIE ALUVIAL DO ARROIO CASTELHANO

Libault (1971), ao descrever os princípios para a pesquisa geográfica, relatou que a produção de documentos cartográficos é etapa essencial para o estabelecimento de correlações, análises e sínteses. A distribuição detalhada dos padrões atuais de uso da terra e a revelação de estruturas passadas tornam-se documentos de pesquisa essenciais, pois também refletem, em parte, a gestão pretérita e a atual do território. O recorte espacial de mapeamento foi definido com base na área abrangida pela imagem produzida pelo *Quickbird*<sup>20</sup> em 2003. O objetivo do mapeamento foi o de avaliar a forma como este espaço suscetível a ser atingido pelas enchentes vem sendo explorado e identificar os novos usos incorporados ao mesmo.

<sup>20</sup> Satélite de alta resolução da Terra, operado pela *Digitalglobe*. O sistema com órbita sol-síncrona em altitude de 450 km coleta dados com 61 centímetros de resolução espacial no pancromático e 2,5 metros no visível. A imagem de Venâncio Aires foi adquirida em 27 de agosto de 2003, com uma extensão de 9,3 km por 8,6 km.

### 3.2.1 Padrões de uso da terra

O primeiro passo na análise do uso e da ocupação da terra através de interpretação de imagem foi identificar tipos e padrões de uso da terra, ou seja, os arranjos espaciais ou a organização dos objetos sobre a superfície.

O primeiro padrão que chamou atenção na imagem foi o dos canais de drenagem na porção centro-oeste da imagem. A construção dos canais permitiu a exploração desta área, que antes deveria ser uma área alagável, para atividades agrícolas. Esse padrão materializado na paisagem pelos drenos foi incorporado através do PROVÁRZEAS, anteriormente mencionado, com o objetivo de tornar as várzeas agricultáveis. O que se percebe hoje, no entanto, é que muitas dessas áreas não estão mais sendo cultivadas, encontrando-se cobertas por gramíneas, capoeiras e brejos. O Castelhana não dá vazão à água que chega com maior velocidade e com maior volume das várzeas a montante, e, nestas áreas, a inundação é frequente. Por isso, essa área da várzea próxima à cidade vem sendo utilizada apenas para o cultivo de eucalipto ou, no máximo, para a criação de gado.

O uso da terra para a construção civil está materializado na paisagem através das cavas de extração de argila, juntamente à margem convexa dos meandros. Como os canais meandantes transportam, predominantemente, sedimentos finos e mais selecionados, as margens convexas dos meandros e os meandros abandonados acumulam material de interesse econômico. Junto da planície de inundação, há pelo menos seis olarias que utilizam a argila extraída da várzea como matéria-prima na fabricação de tijolos e de telhas. As áreas onde o minério é extraído apresentam-se como depressões na paisagem, algumas delas cobertas de água. Relacionados a estas áreas de extração, também se encontram pequenos caminhos que vão da cava diretamente à olaria ou à estrada mais próxima.

A atividade oleira já vem de longa data na várzea do arroio Castelhana, próxima à cidade de Venâncio Aires. Em 1929, havia 18 olarias no distrito da sede municipal e 21 em todo município de Venâncio Aires (Vogt e Rosa, p. 270). A extração de argila é, atualmente, controlada por licenciamento ambiental; mesmo assim, a retirada ilegal de argila ainda ocorre (Folha do Mate, 12 de junho de 2007).

Outro padrão que se identifica na imagem é o das linhas de divisa das propriedades, principalmente na margem esquerda do arroio Castelhana. O padrão lembra ainda a divisão original das propriedades, realizada a partir de 1856, quando do início do povoamento da área por colonos de origem germânica e teuto-brasileira.

A medição das terras em áreas cobertas por densas florestas só era viável a partir de uma picada ou de um curso d'água. Foi exatamente a partir das picadas – caminhos abertos de forma tosca e trilhados pelos colonos – que os lotes ou prazos coloniais foram grosseiramente demarcados. As glebas eram terrenos individuais que tinham uma superfície média de 48 hectares. Elas eram retangulares, estreitas e paralelas umas com as outras, sendo traçadas no sentido norte-sul ou leste-oeste. Ficavam alinhadas de cada um dos lados da picada e normalmente tinham entre 110m e 220m de frente e algumas centenas de metros de profundidade. (VOGT, 2004, p. 121-122)

No centro norte da imagem, encontra-se a localidade de Grão Pará, que é um típico *Strassendorf* (aldeia-rua), originado no habitat em fileira, como denominou Jean Roche (1969). O habitat em fileira está relacionado à disposição dos lotes coloniais, com 110 m ou 220 m de frente para a estrada, sendo que, geralmente, nesta extremidade do lote os colonos construía suas casas.

A identificação desses arranjos espaciais foi fundamental para a realização do mapeamento do uso e da ocupação da terra.

### **3.2.2 Classes de uso da terra e de cobertura da terra**

Os usos da terra encontrados na área, no recorte espacial em análise, são de tipo agrícola, florestal, extrativista mineral, residencial, industrial ou de preservação (Fig. 45). Foram diferenciadas, através da classificação da imagem, coberturas de solo que correspondessem a cada um destes usos.

O processo que exigiu maior investimento de tempo neste mapeamento foi a identificação e classificação da cobertura florestal. Há pequenas áreas de cultivo de eucalipto (0,5 ha ou às vezes menores) entremeadas na mata paludosa ou na mata secundária, que são difíceis de identificar, mesmo em uma imagem de alta resolução.

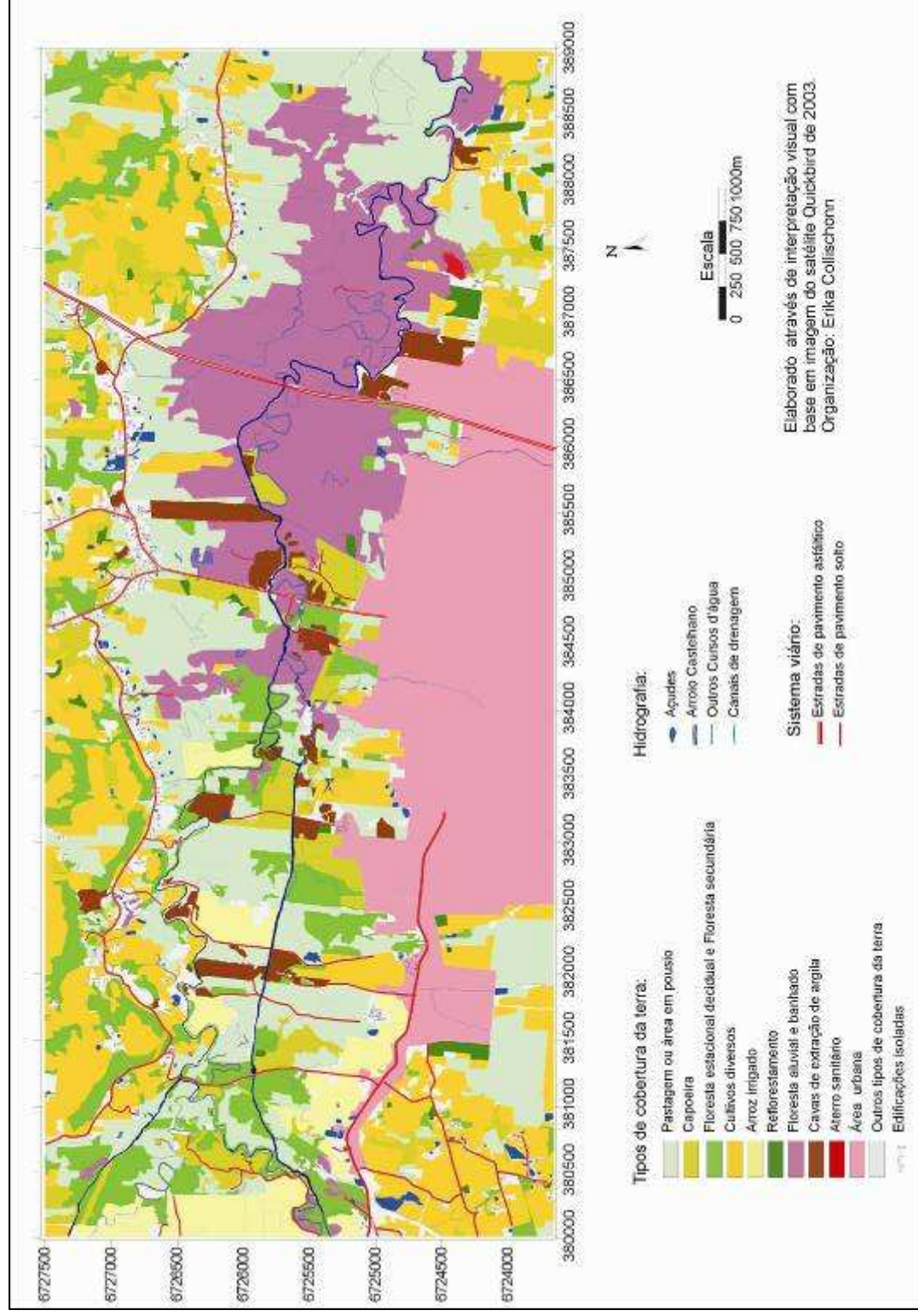


Figura 45 Planície aluvial do arroio Castelhano – Ocupação da terra na área de expansão urbana de Venâncio Aires

As classes de cobertura da terra encontradas foram as seguintes: pastagem ou área em pousio, capoeira, floresta estacional decidual e floresta secundária, cultivos diversos, arroz irrigado, floresta aluvial e banhado, cavas de extração de argila, aterro sanitário, área urbana residencial e industrial, construções isoladas e outros tipos de cobertura da terra, rodovias com pavimento asfáltico e com pavimento solto, açudes, cursos d'água e canais de drenagem.

### **3.3 MUDANÇAS OCORRIDAS DIRETAMENTE NOS CANAIS FLUVIAIS**

Foram analisadas tanto as intervenções realizadas no curso do arroio Castelhanao como as realizadas no curso de seu afluente principal, o arroio Grande, e, ainda, as mudanças de uso do solo na planície de inundação que ocorreram em função destas intervenções. O processo mais usual de alteração do curso de um rio, com vistas à ocupação agrícola da planície de inundação, ao escoamento ou ao controle de vazões, é o que Cunha (1994) denomina canalização.

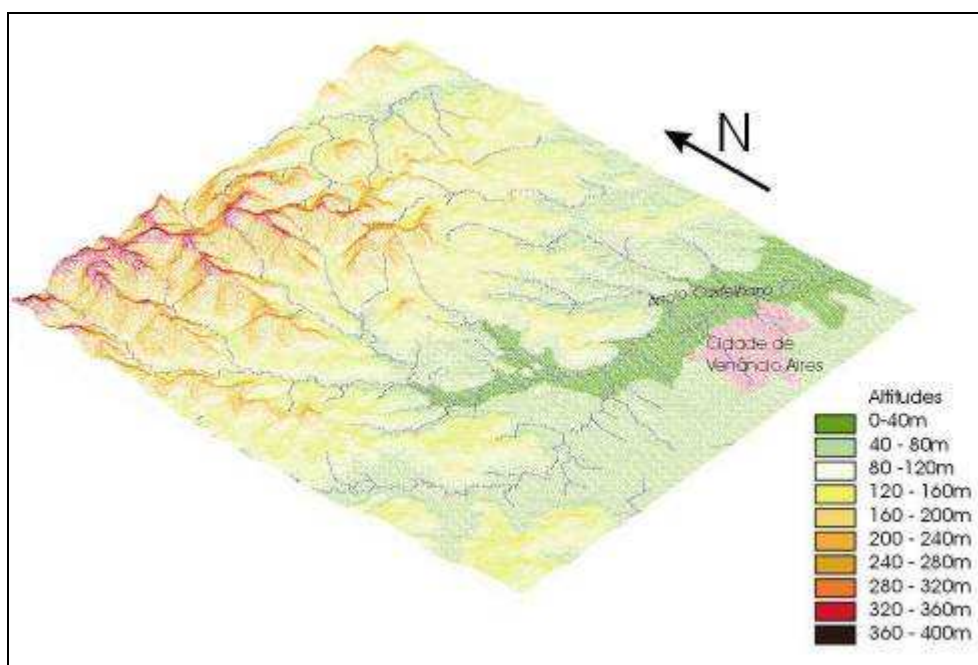
A canalização é uma obra de engenharia realizada no sistema fluvial, que envolve a direta modificação da calha do rio e desencadeia consideráveis impactos, no canal e na planície de inundação. Os diferentes processos de canalização consistem no alargamento e aprofundamento da calha fluvial, na retificação do canal, na construção de canais artificiais e de diques, na proteção das margens e remoção de obstáculos no canal. [...] O emprego de qualquer um desses processos de canalização exige permanente manutenção da capacidade do canal. Isto envolve dragagem, corte e ou remoção de obstruções. (CUNHA, 1994, P. 242)

A canalização de um curso d'água acarreta diversos impactos hidrológicos que possuem grande importância na avaliação das condições que concorrem para a ocorrência de inundações e alagamentos. Por este motivo, seu estudo é fundamental para o entendimento dos processos que levam a estes eventos e para a definição de estratégias que minimizem seus danos potenciais.

#### **3.3.1 Intervenções no curso do Castelhanao e de seus afluentes**

O arroio Castelhanao, no alto e no médio curso, tem alta declividade e apresenta um vale encaixado, ao passo que, no seu baixo curso, apresenta uma apreciável planície de inundação que, junto à cidade de Venâncio Aires, apresenta

uma extensão transversal de dois quilômetros, em média. Nesta planície aluvial, o Castelhana apresenta canais secundários e braços mortos com uma ligação esporádica ao canal principal, o solo apresenta uma umidade elevada, e a vegetação é diversa da circundante. A cidade de Venâncio Aires encontra-se próxima do arroio Castelhana no início do baixo curso, sobre colinas baixas e zonas rebaixadas, enquanto a escarpa do planalto conforma o cenário ao norte. As cotas do sítio urbano variam entre os 25 e os 120 m. O espaço natural sobre o qual se desenvolve a cidade é formado por colinas pouco dissecadas da Depressão do rio Jacuí. Ao norte da cidade, situa-se a larga faixa da planície de inundação do Castelhana, em verde-escuro na Figura 46.



**FIGURA 46 Arroio Castelhana no início do seu baixo curso e áreas adjacentes**

As primeiras intervenções sobre os caminhos da água na várzea do Castelhana relacionam-se à implantação de infraestruturas com o objetivo de transpor a várzea. Nos primeiros tempos da colonização, os caminhos construídos e mantidos pelos próprios colonos para transpor a várzea do Castelhana eram repletos de atoleiros e frequentemente intransitáveis. A ponte que havia sido construída em 1878, ligando a cidade à localidade de Grão Pará, foi carregada pela enchente em 1973, como noticia a manchete do jornal local: “*Desaba ponte do Castelhana*” (Folha do Mate, junho de 1973). Mais a jusante, em 1975, iniciou-se a construção da ponte da RS-11 (atual RS-453), que foi finalizada somente em 1978. Para viabilizar a transposição da várzea, segundo o traçado da rodovia, foram erguidos aterros de

sete metros de altura e um quilômetro de extensão em cada um dos lados da ponte. Neste trecho, o Castelhana já apresentava uma série de cursos paralelos; portanto, uma passagem só para a água era insuficiente. Com a preocupação de que os aterros alterassem a dinâmica da vazão do arroio, causando inundações a montante, a comunidade exigiu a instalação de outros dutos para o escoamento da água. Com a interferência de representantes da comunidade, houve a colocação de diversos bueiros na extensão que oferecia o maior perigo (Folha do Mate, 12/03/1975). Já na ligação com a localidade de Grão Pará, entre 1973 e 1983, a Prefeitura foi aterrando o leito da estrada, mantendo pontes provisórias. Em 1983, foram iniciadas as obras de construção de três pontes de concreto e de mais sete bueiros sob o aterro que atravessava a várzea, finalizadas em 1989.

Na década de 1980, foram realizadas significativas mudanças no início do baixo curso do arroio Castelhana para, segundo o que se noticiava no Jornal Folha do Mate na época, facilitar os cultivos temporários na várzea dos arroios Castelhana e Grande I e evitar as enchentes. Estas obras foram realizadas em parte com recursos do Governo Federal, através dos programas do Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS)<sup>21</sup> e do PROVÁRZEAS e com recursos locais (Prefeitura Municipal de Venâncio Aires e particulares).

### 3.3.1.1 Alterações devidas ao Projeto PROVÁRZES na hidrografia dos arroios Castelhana e Grande I

O PROVÁRZEAS visava à utilização econômica das várzeas através de práticas do saneamento agrícola básico, da drenagem e da irrigação, considerando a propriedade rural como unidade produtiva, em essência. Assim, através dos incentivos provenientes deste programa, a agricultura incorporou novas materialidades ao espaço. A várzea do arroio Grande I foi saneada entre a localidade de Linha Brasil e a sua foz, no Castelhana. Como informa o Jornal Folha

---

<sup>21</sup> O DNOS, do Ministério da Viação e Obras Públicas, era o órgão que executava obras de drenagem, de irrigação e de defesa contra enchentes, em cooperação com governos estaduais ou municipais ou, ainda, com pessoas naturais ou pessoas jurídicas de direito privado (LEI N.º 819, DE 19 DE SETEMBRO DE 1949). Foi criado em 1940, transformado em autarquia em 1962 e extinto em 1990.

do Mate de 8/03/1988, na várzea do arroio Grande, onde as obras do PROVÁRZEAS foram concluídas em 1988, foram movimentados 41.060 m<sup>3</sup> de terra na drenagem (Fig. 47) e na terraplanagem, e o serviço executado beneficiou diretamente dezenove produtores, em um total de 218 ha, possibilitando um acréscimo de 37% de terras produtoras e um aumento de 300 a 400% da produção.

Nesta mesma reportagem, consta que foram retificados 2320 m do arroio propriamente dito e 2240 m das drenagens secundárias, que previam a ampliação das áreas de produção que, a partir das obras realizadas, não seriam mais atingidas em qualquer cheia do arroio.



**FIGURA 47** Arroio Grande após o saneamento agrícola (1987)

Fonte: Acervo do jornal Folha do Mate.

Assim como no curso do arroio Grande I, também foram realizadas intervenções no início do baixo curso do arroio Castelhana, com recursos do PROVÁRZEAS, para tornar a várzea mais agricultável. No arroio Castelhana, a planície de inundação foi drenada, entre Monte Alverne e a confluência do arroio Grande, de maneira que, atualmente, mais de 80% dos terrenos são cultivados, e a extensão do arroio tornou-se 11% menor neste trecho. As intervenções mais intensivas ocorreram nos últimos quatro quilômetros deste trecho, onde novos caminhos para o arroio foram escavados (Fig. 48).



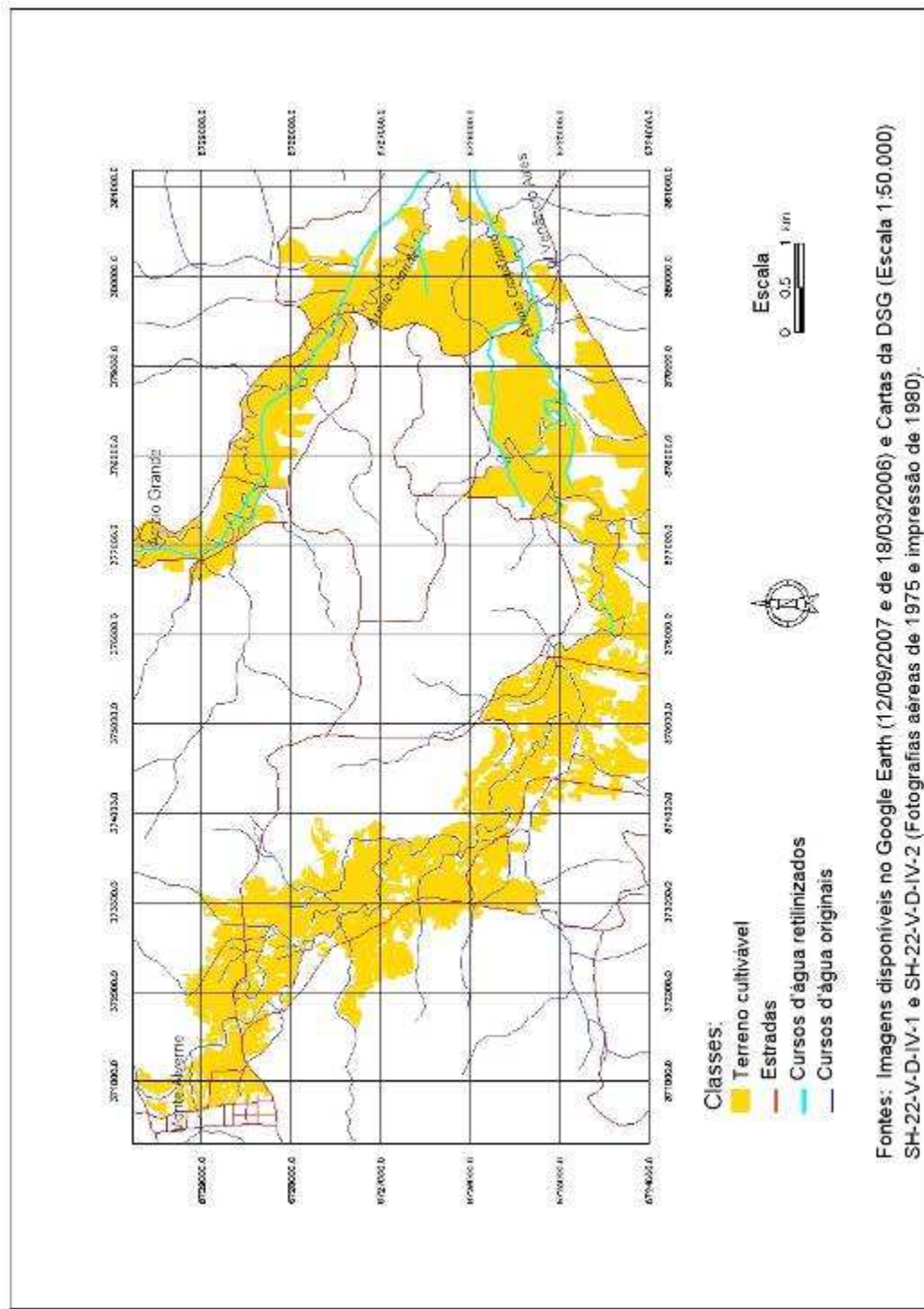


**FIGURA 48 Arroio Castelhana retificado pelo Provárzeas (1987)**

Fonte: Acervo do jornal Folha do Mate.

Os projetos executados pela EMATER causaram uma transformação radical nas várzeas dos arroios Castelhana e Grande I, levando à ampliação das terras cultiváveis a montante da confluência destes dois arroios (Fig. 49). Comparando-se o traçado do curso deste arroio em cartas do exército, baseadas em fotografias aéreas de 1975, e a imagem de 2007, disponível no *Google Earth*, constatou-se que o comprimento do arroio Grande, entre a confluência do arroio Isabela, na localidade de Arroio Grande, e a foz, diminuiu em 27%.

O mapa (Fig. 49) traz delineados os trechos retificados e os antigos cursos meandantes dos arroios Castelhana e Grande, bem como os drenos secundários que foram incorporados à paisagem, escavados com o objetivo de escoar mais rapidamente a água da várzea.



**FIGURA 49** Várzeas dos arroios Castelhanos e Grande I – ocupação e hidrografia atual

Os cursos originais dos arroios Castelhana e Grande I ainda são distinguíveis na imagem do *Quickbird* de 2003 e na imagem de setembro de 2007 do *Google Earth* (Fig. 49). Estes cursos permanecem como canais de escoamento fluvial secundários; mas foram criados caminhos mais rápidos de escoamento da água oriunda dos cursos que drenam a escarpa a montante.

Com a ação do PROVÁRZEAS, desaparece também boa parte da zona ripária, caracterizada como um espaço tridimensional formado por mosaicos de habitats associados com a zona marginal de rios, que interage, simultaneamente, com os sistemas terrestres e aquáticos. Esta interface entre sistemas terrestres e aquáticos regula largamente as trocas transversais entre eles, quer em termos químicos (entrada de nutrientes, por exemplo), quer em termos de sedimentos, e, ainda, no que tange ao armazenamento e ao escoamento da água. As zonas ripárias são, primeiramente, fundamentais na retenção de nutrientes provenientes da bacia de drenagem, atuando, portanto, como proteção da qualidade da água dos cursos d'água em relação às perturbações produzidas na bacia, especialmente em nível de poluição difusa. Além disso, a rugosidade hidráulica criada na zona ripária, quer pela vegetação herbácea e arbustiva, quer pela arbórea, contribui para aumentar a resistência ao escoamento e diminuir a velocidade da corrente, favorecendo ainda a deposição de sedimentos. A troca desta vegetação pelos cultivos, portanto, tende a aumentar a velocidade local da corrente, contribuindo para diminuir o tempo do pico de vazão e, certamente, para aumentar a carga sólida do arroio Castelhana mais à jusante. Além disso, o ciclo biológico dos cultivos de verão, dominantes na várzea e para os quais se preparam as parcelas no fim do inverno, deixa o solo a descoberto justamente nos meses mais chuvosos, favorecendo o escoamento superficial e a erosão dos solos.

### 3.3.1.2 Alterações na hidrografia do arroio Castelhana pela ação do governo local, em parceria com o DNOS.

Num pré-estudo da Central de Comandos Mecanizados de Apoio a Agricultura (CEMAPA), órgão da Secretaria da Agricultura do Estado do Rio Grande

do Sul, em 1971, os técnicos destacaram que deveriam ser realizadas obras de grande envergadura na bacia do arroio Castelhanos.

[...] é necessário que seja realizado o estudo definitivo, dentro do projeto Taquari-Antas, da regularização do fluxo da água do Arroio Castelhanos, que sejam depois, realizadas as obras apontadas, as barragens em todas as cabeceiras, reflorestamento de toda a área, melhor aproveitamento dos recursos hidrológicos e também, como última complementação, uma retificação do curso para melhor escoamento das águas (FOLHA DO MATE, 05/04/1974).

As barragens nas cabeceiras, no entanto, devido aos custos desse tipo de obra, foram logo consideradas estruturas a serem construídas em mais longo prazo. O que passou a ser divulgado como necessidade imediata foi a canalização no baixo curso do arroio Castelhanos. Assim, logo após a enchente de 1974, escreveu o editor da Folha do Agricultor, no jornal local:

Estou plenamente de acordo com a canalização, mas sem barragens. O valor da canalização é comprovado, mesmo aqui na cidade, onde temos duas sangas canalizadas. Quando não havia esta canalização, com qualquer chuva ocorria enchente. Agora no dia 23 de março não houve problemas, a água foi escoada imediatamente, enquanto a sanga não canalizada ainda transbordou logo, derrubando muros e danificando residências. Transferindo isso ao Arroio Castelhanos, podemos notar facilmente que, uma vez retificado o seu curso, as águas iriam logo embora, não teriam tempo para se acumular. Verificando o curso d'água, notamos que ele tem tantas curvas e obstáculos, que, retificado, teria menos da metade da extensão do percurso. Naturalmente não solucionaria um fenômeno como o do dia 23 de março, porque este acontece talvez de 50 em 50 anos. Uma barragem não tem sentido no arroio, ou nas cabeceiras do arroio Castelhanos. [...] O que deve ser feito de imediato é a canalização do arroio Castelhanos e do Arroio Grande, a fim de aproveitar melhor a terra para a agricultura e para evitar enchentes (FOLHA DO MATE, 05/04/1974).

Em janeiro de 1976, o prefeito da época foi a Brasília reivindicar verba para a retificação do arroio Castelhanos. Segundo as projeções daquela administração, mais de 500 ha de terra fértil dependiam dessa retificação, e os gastos com ela seriam ressarcidos em apenas duas colheitas, ou seja, em um ano (FOLHA DO MATE, 30/01/1976).

A necessidade de canalização era reiterada, no ano seguinte, a cada nova inundação, como mostram os extratos que seguem:

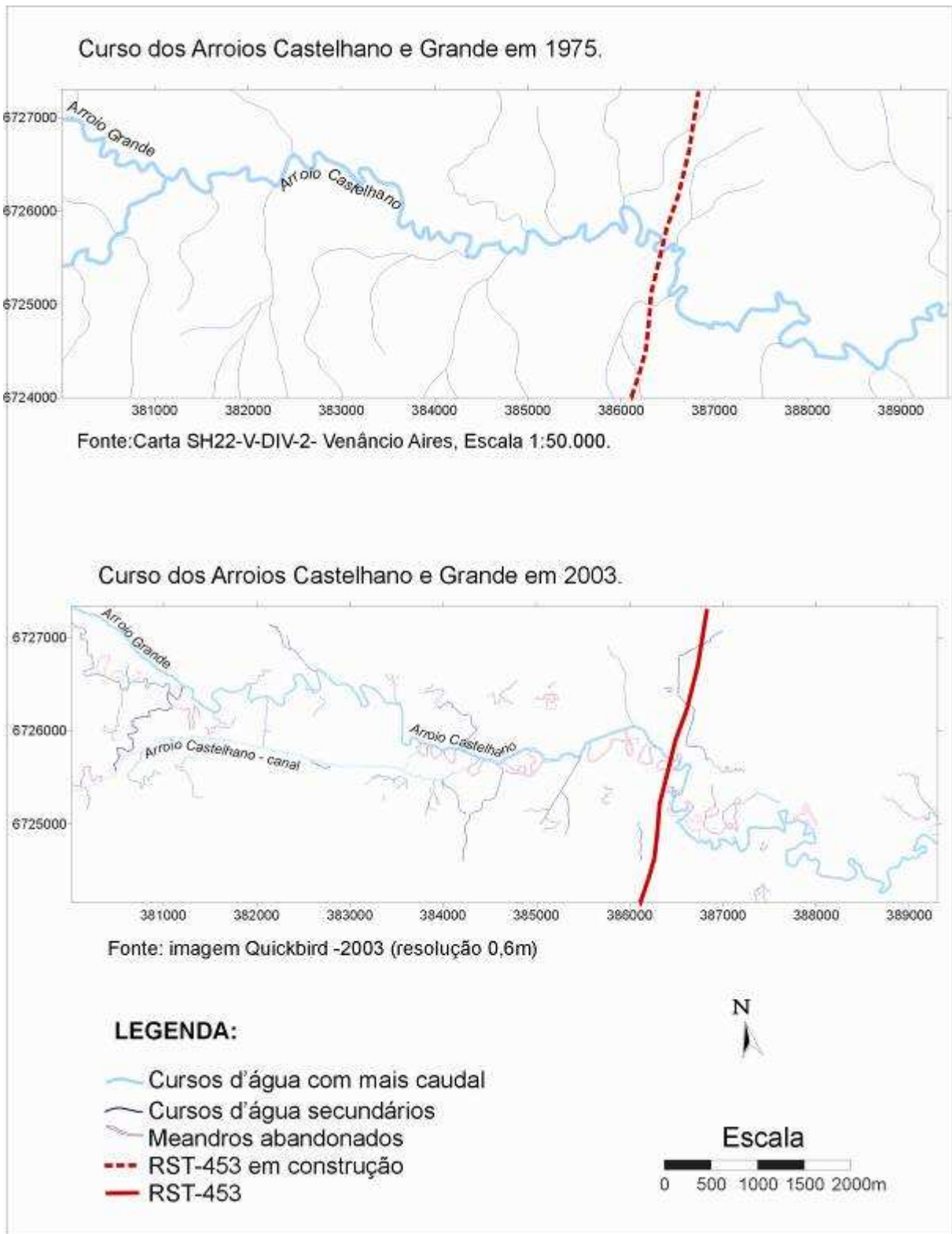
**Alerta Importante – Castelhanos precisa ser canalizado** (manchete da capa do jornal FOLHA DO MATE, 29/05/1977).

Chuva do dia anterior fez com que o arroio Castelhanos transbordasse. Essa não é a primeira vez que as residências são atingidas, só que o problema

está se agravando a cada dia que passa, pois a qualquer enxurrada, a água atinge as residências. Isso acontece pela irregularidade do leito do Castelhana, onde muita sujeira e detritos são depositados fazendo interromper o curso normal da água. Até mesmo a própria chuva transporta sujeiras para dentro do leito do arroio, que praticamente já não existe. A ponte e os boeiros ao longo do aterro do Castelhana também são insuficientes para uma rápida invasão da água. O problema está se tornando um caso sério e a canalização está se tornando necessária e muito urgente. (FOLHA DO MATE, 29/05/1977)

Em todas as estações das chuvas, vários agricultores sofrem as conseqüências das cheias do arroio Castelhana que sai das margens, invadindo as lavouras, prejudicando as plantações. Em 1971, foram realizados estudos preliminares por solicitação da CEMAPA, Casa Civil e Secretaria da Agricultura. Nestes estudos preliminares constatou-se que a Bacia do Arroio Castelhana tem uma superfície aproximada de 530km<sup>2</sup>, havendo necessidade de uma pronta solução para o problema, pois a realidade vai muito além do que foi possível verificar coligindo dados e desenvolvendo-os matematicamente (FOLHA DO MATE, 2/09/1977).

As obras do DNOS de retificação, iniciadas nos anos 1980 e finalizadas na década de 1990, alteraram o curso do Castelhana entre a confluência do arroio Grande e a ponte da RST-453, como atesta a comparação de dois documentos diferenciados: a carta SH22-V-D-IV-2 – Venâncio Aires, do Serviço Geográfico do Exército, de 1975, e a imagem do satélite *Quickbird* de 2003 (Fig. 50). Além disso, imagens recentes (12/09/2007) disponibilizadas no *Google Earth*, auxiliam na ilustração das intervenções realizadas.

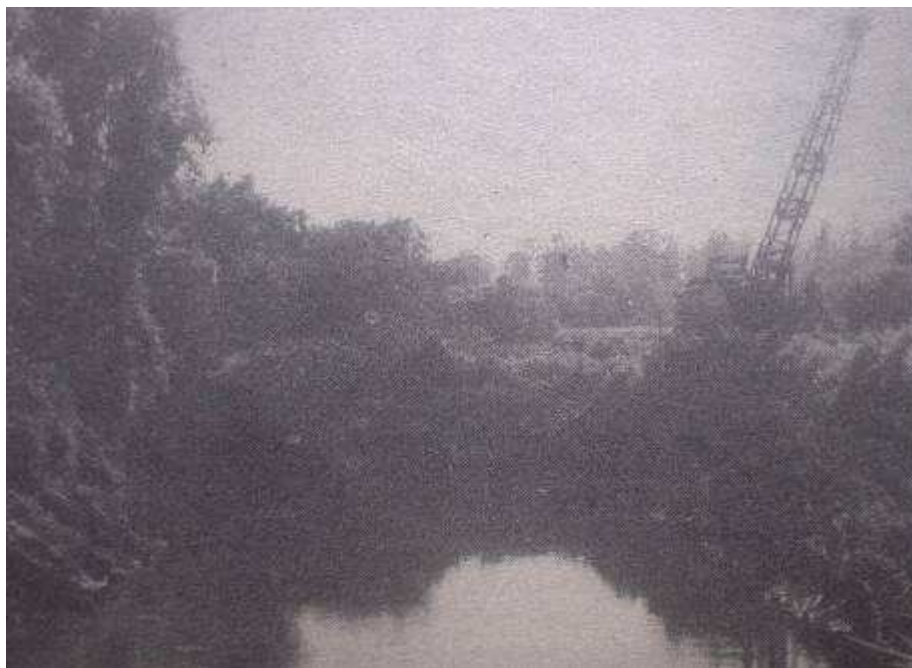


**FIGURA 50** Mudanças na hidrografia, ao norte da área urbana de Venâncio Aires (1975-2003)

Observando o primeiro mapa, de 1975, vê-se que os cursos do arroio Castelhana e do arroio Grande I apresentavam inúmeros meandros. Estas curvas sinuosas se desenvolvem quando o canal apresenta camadas sedimentares de granulação móvel, coerentes, firmes e não soltas; gradientes moderadamente baixos; fluxos contínuos e regulares; e cargas em suspensão e de fundo em quantidades mais ou menos equivalentes (CUNHA, 1994, p. 219). Esta, portanto, era a condição natural do arroio Castelhana no início de seu baixo curso. O canal do rio mudava aos poucos sua posição ao longo da planície aluvionar através de um processo continuado de erosão e de deposição em suas margens, que traçava meandros divagantes na paisagem. Nas margens externas do meandro, centrífugas à corrente fluvial, formavam-se barrancas progressivamente erodidas, e, na margem interna, ocorria deposição. Em alguns locais, este processo acentuava a curvatura do meandro de tal forma, que acabava se formando uma volta completa, que se truncava no ponto mais estreito por onde passava a escoar a corrente fluvial, deixando o meandro antigo abandonado e fechado, como um lago em forma de meia lua.

As marcas deixadas por antigos meandros e por meandros abandonados ainda são distinguíveis na paisagem, em algumas áreas, mesmo depois de obras de terraplanagem.

Quando se compara o mapa baseado na imagem de satélite atual com o mapa anterior, o que chama atenção, primeiramente, é que parte do arroio Castelhana foi desviada, ainda a montante da confluência do arroio Grande I, através de uma adutora que leva a água através de um canal com 3,6 quilômetros de extensão até uma barragem onde era realizada a captação de água para uso urbano. As figuras 51 e 52 mostram a máquina do DNOS trabalhando na construção do leito artificial deste novo escoadouro para o arroio.



**FIGURA 51 Arroio Castelhana - Máquina construindo um novo leito, em janeiro de 1983**

Fonte: Acervo do Jornal Folha do Mate.



**FIGURA 52 Arroio Castelhana - Braço artificial em fase adiantada de construção (1984)**

Fonte: Jornal Folha do Mate 24/08/1984.



O antigo canal foi mantido, mas um menor volume de água passou a escoar através dele, por 1.730 m, até a confluência do atual canal do arroio Grande, onde o volume de água aumenta novamente. A adutora, cujo manancial é o arroio Castelhana e que conduz água até uma represa de captação da Companhia Riograndese de Saneamento (CORSAN), tem um curso completamente retilíneo, que atravessa antigas áreas de cultivo, atualmente em pousio. A incorporação deste novo objeto à paisagem relaciona-se ao momento em que a cidade aumentou sua densidade, tanto em termos de habitantes, como de infraestruturas e de atividades especializadas e diversificadas. Tais densidades impõem o desenvolvimento de mudanças em todas as escalas, bem como a gestão destas mudanças, a fim de favorecer a manutenção ou o desenvolvimento da urbanização. Em 1989, foi construída pela CORSAN uma estação de tratamento de água (ETA) provisória no arroio Castelhana, para o abastecimento urbano. Antes disso, Venâncio Aires era servida somente de água de poços artesianos; no entanto, o lençol freático que abastecia a maioria destes poços estava se esgotando e apresentava sinais de progressiva contaminação, devida ao crescimento urbano. Além disso, a água subterrânea, disponível em grande quantidade, apresentava alta incidência de flúor.

Entre 1991 e 1992, foi construída uma barragem no arroio Castelhana para facilitar a captação de água. De uma estação de tratamento de água provisória, foi necessário avançar para a construção de uma ETA definitiva, aproveitando o arroio Castelhana como fonte de captação, com investimentos compartilhados entre o Município e a concessionária CORSAN. Em 2006, foi realizado, a pedido desta concessionária, um estudo para a construção de uma nova barragem no Castelhana, com o objetivo de garantir abastecimento para a população e apoio a ações de irrigação para os produtores rurais (Folha do Mate, 19/04/1991, 28/11/1992, 24/10/2006 e 23/03/2007).

Para minimizar os efeitos do aumento da carga líquida e sólida do arroio Castelhana sobre a porção da área urbana que se localiza na planície de inundação, foram necessárias a dragagem e/ou a remoção de obstruções. Estas foram realizadas, inicialmente, através do Provárzeas, do DNOS, e, posteriormente, pela própria Prefeitura Municipal. A jusante da adutora artificial do arroio Castelhana, onde esta conflui novamente com o antigo leito, o volume de água em tempos de cheia tornou-se maior que a capacidade de escoamento. Em função disso, as

máquinas, além de aprofundarem o leito e limparem as margens, cortaram os meandros para facilitar mais o escoamento (Fig. 53). Cortes de meandros foram realizados, sistematicamente, até a ponte sobre a RS-453. Já a jusante desta ponte, para facilitar o escoamento, foram realizadas remoções de árvores, de galhos e de outros entulhos do leito e das margens do arroio. Esta ação foi realizada, em parte, por funcionários da Prefeitura, em parte, por um particular que comercializava a lenha retirada – em média, 110 m<sup>3</sup> de lenha por quilômetro (Folha do Mate, 27/03/1987).



**FIGURA 53 Arroio Castelhana - Capturas de meandros produzidas pela ação humana. Ao fundo, o bairro Battisti, em plena planície de inundação**

Fonte: VOGT, 2004.

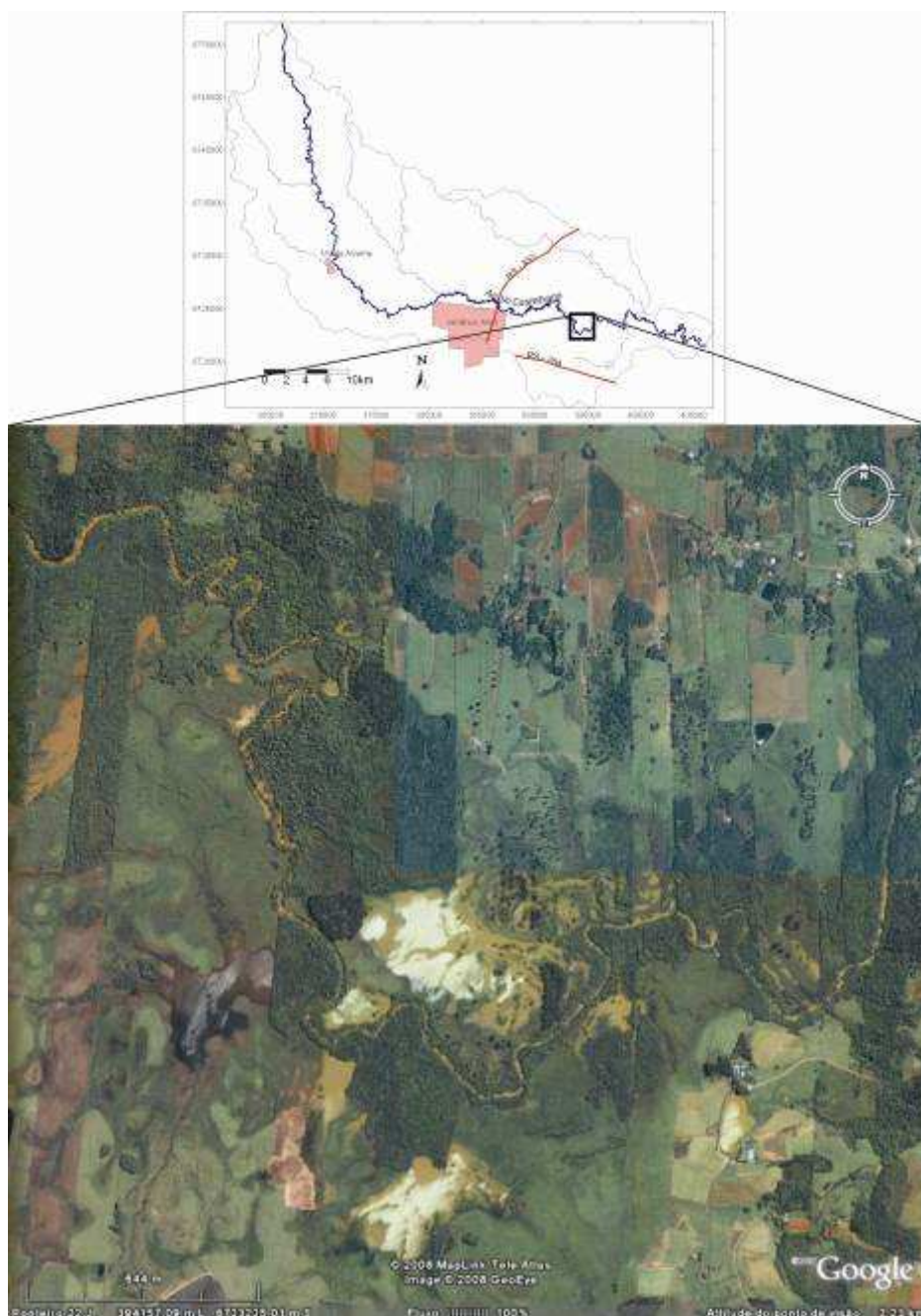
Os cortes em meandros e as canalizações retilíneas do curso do Castelhana, a partir da confluência da adutora no antigo leito, também são observáveis no segundo mapa (Fig. 52). Há uma correspondência entre estas cicatrizes de divagações passadas, identificadas em roxo no segundo mapa, e os meandros originais, apresentados no primeiro mapa (a sobreposição exata não é possível, já que o primeiro mapa sofreu uma generalização cartográfica).

O padrão de drenagem meândrico foi substituído por uma rede de canais quase reta (Fig. 52). O arroio Castelhana, neste trecho, teve sua extensão reduzida em 30%, considerando-se a adutora e os cortes de meandros. Como resposta ao aumento da capacidade de carga líquida e sólida decorrente desse novo padrão, o fundo do leito do arroio Castelhana vem se sedimentando no setor mais a jusante, o que reduz a capacidade de contenção de cheias. Na imagem de 26/01/2007, disponibilizada no *Google Earth*, observa-se que as adjacências do Castelhana foram rapidamente tomadas pela água (Fig. 54) depois de uma precipitação de 49 mm, ocorrida no dia 25/01/2007 (dados da estação meteorológica da UNISC – Santa Cruz do Sul).

Uma intervenção humana como a realizada nos canais de drenagem desta área requereria, posteriormente, uma maior frequência de dragagem e de retirada de entulhos, ou seja, exigiria uma permanente manutenção da capacidade do canal do arroio Castelhana, na área próxima à cidade, para evitar inundações. Segundo Cunha (1994, p. 243), em estudos realizados na Inglaterra sobre rios com competência argilosa, constatou-se que seria necessário realizar a dragagem em intervalos de 5 a 10 anos. Já do ponto de vista da dinâmica fluvial, com a dragagem, os sedimentos do fundo do canal entram novamente em mobilidade, sendo carregados para áreas a jusante, onde podem causar assoreamento.

Ainda que, com as intervenções, muitos agricultores, proprietários de terra e também incorporadores imobiliários tenham obtido resultados muito positivos, a forma como vêm sendo tratadas as águas superficiais na várzea do Castelhana dá origem a novos problemas, criando um ambiente de risco para a população urbana e de degradação da várzea do Castelhana, a jusante da cidade. Como bem frisou Pigeon (2005), as sociedades são apenas parcialmente vítimas dos perigos naturais, pois elas preparam consideravelmente seu próprio risco. Não há registro de dragagem do Castelhana há mais de 15 anos, o que indica um aumento do risco de

inundações. Foram realizadas somente ações de limpeza de lixo inorgânico por parte de um clube de serviço da cidade (Folha do Mate, 11/03/2008). A intervenção humana na vazão dos cursos de água, uma vez realizada, exige uma ação continuada na manutenção das descargas. A não-realização desta ação continuada tende a aumentar efetivamente os riscos ao imputar novos fatores incertos sobre as ameaças ditas naturais.



**FIGURA 54 Arroio Castelhana fora do leito menor, no dia 26/01/2007.**

Fonte: Google Earth (acessado em novembro de 2008). Organizado por Erika Collischonn.

### 3.4 SINOPSE DO CAPÍTULO

Como foi apresentado neste capítulo, primeiramente, uma estrutura agrária baseada na pequena propriedade policultora condicionou o uso e a ocupação do solo na região. Este condicionante se plasma espacialmente através de um mosaico de pequenas parcelas, com usos diferentes dentro de cada propriedade e, conseqüentemente, no conjunto da Bacia. A cobertura vegetal diversificada oferece ao solo um grau de proteção que varia muito ao longo do ano entre as diferentes parcelas agrícolas. O ciclo biológico dos cultivos de verão, hoje dominantes na Bacia, deixa desprotegidos os solos durante boa parte do ano. O preparo das parcelas no fim do inverno deixa o solo descoberto justamente nos meses mais chuvosos, favorecendo o escoamento superficial e a erosão dos solos.

Segundo os dados apresentados neste capítulo, nos últimos dez anos, as áreas de cultivos sazonais vêm diminuindo na Bacia; o plantio de árvores de desenvolvimento rápido é crescente desde a década de 1980, momento em que as agroindústrias fumageiras passaram a controlar mais o processo produtivo do tabaco; e houve aumento da área de floresta secundária, em grande parte devido à maior penalização para quem a corta, depois da Lei nº 9.519, de 21 de janeiro de 1992, do Código Florestal do Rio Grande do Sul.

Pode-se considerar que, até o fim da década de 1960, as ocupações rurais e urbanas na bacia do Castelhana, embora dependessem da existência dos arroios e das sangas próximas, não exigiam ainda grandes obras de infraestrutura para o aproveitamento ou o descarte dos recursos hídricos. A modernização agrícola e o crescimento da cidade a partir dessa época começaram a demandar intervenções nos regimes hidrológicos para satisfazer uma série de necessidades humanas. Na década de 1970, a falta de drenagem começou a ser considerada, de forma mais veemente, um problema, o que resultou na intervenção nos cursos d'água, em especial, nos afluentes urbanos do arroio Castelhana e no curso deste em pontos mais próximos da área urbana, como forma de contornar o problema. Os parâmetros desta intervenção combinavam com a necessidade de afastamento dos esgotos, pois a defesa contra as cheias dependia de uma drenagem urbana eficiente, que expulsasse a água da cidade, levando consigo os efluentes produzidos pela mesma.

Por outro lado, com o crescimento da população urbana a partir da década de 1970, os poços não davam mais conta de abastecer a cidade, e a produção de água para o abastecimento precisou ser buscada no arroio Castelhana.

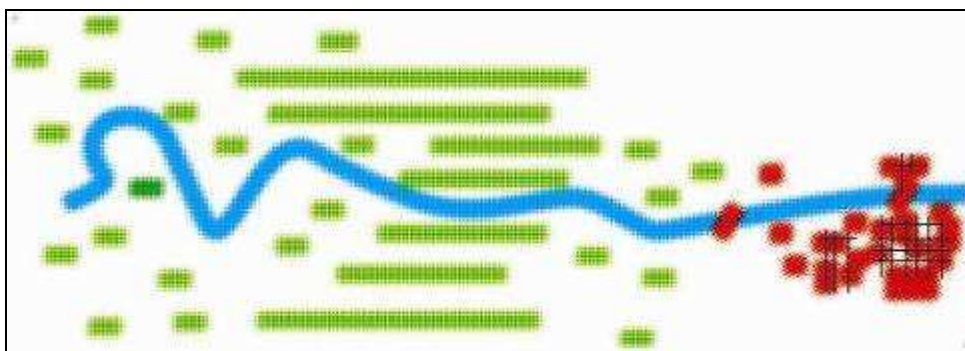
As formas de ocupação mais intensiva do solo, tanto no meio rural como no urbano, a partir dos anos 1970, exigiram intervenções diretas e indiretas nos cursos fluviais. Com base no mapeamento realizado, pode-se afirmar que os primeiros segmentos do baixo curso dos arroios Castelhana e Grande foram submetidos, na década de 1980 e no início dos anos 1990, a significativas modificações com as obras do PROVÁRZEAS e do DNOS. Na planície de inundação dos arroios Grande I e Castelhana, mais área foi incorporada à agricultura, e a mecanização agrícola foi viabilizada. Se, por um lado, o uso de instrumentos pesados sobre o solo passou a contribuir para sua compactação e para sua menor infiltração, por outro, os drenos e retificações certamente favoreceram o escoamento superficial, contribuindo para a ampliação dos picos de vazão do arroio Castelhana a jusante e para o arraste de sedimentos para os cursos fluviais. Os mapeamentos realizados mostram que a hidrografia da área a norte e a noroeste da cidade de Venâncio Aires foi toda rearranjada. O arroio Grande I teve reduzida em 23% a extensão do seu baixo curso. O curso do arroio Castelhana da confluência da adutora até a ponte da RST 453 sofreu uma redução de 30% de sua extensão, devido aos cortes de meandros e às retificações realizadas na sua várzea. Uma intervenção humana desta abrangência nos canais de drenagem derivou a dinâmica do arroio Castelhana, de forma que as áreas de erosão e de assoreamento também mudaram de posição.

Para evitar o represamento da água em áreas assoreadas, que, muitas vezes, ampliam os problemas de inundação em algumas áreas da cidade, seria necessária, atualmente, uma permanente manutenção da capacidade do canal, principalmente do Castelhana, através de dragagens e de retirada de entulhos. Além do alto custo desta manutenção, que deve ser realizada pelo menos a cada 10 anos, ela não é uma solução por completo, porque só transfere os problemas para jusante.

Como bem frisou Pigeon (2005) as sociedades são apenas parcialmente vítimas dos perigos naturais, pois elas preparam consideravelmente seu próprio risco. Acrescente-se a isso que, enquanto os custos para a realização das intervenções são coletivos, os ganhos e as consequências nefastas que delas resultam não são distribuídos equitativamente. Com as intervenções, muitos,

agricultores, proprietários de terra e também incorporadores imobiliários podem ter obtido resultados muito positivos. No entanto, devido à forma como vêm sendo tratadas as águas superficiais na várzea do Castelhana, novos problemas surgiram, criaram-se ambientes de risco para uma parcela da população urbana, e a várzea do Castelhana se tornou mais degradada, a jusante da cidade.

A partir do croqui (Fig. 55), inspirado em Reclus<sup>22</sup> e Saraiva (1999), exprime-se o que foi exposto neste capítulo. Das cabeceiras até o início do baixo curso, o arroio mantém seu traçado natural e a cobertura do solo é mais diversa. Iniciam-se então as várzeas sistematizadas (aplanadas e drenadas), e o arroio vai sistematicamente perdendo suas curvas. Mais a jusante, o arroio, transposto por pontes e redefinido por aterros em vários pontos, chega à cidade quase como uma vala.



**FIGURA 55** Mudanças na escala da bacia do Castelhana – Croqui esquemático.

O povoamento da bacia e sua posterior urbanização definiram a reorganização da ocupação humana, da rede fluvial, da morfologia de alguns terrenos e ampliaram as estruturas e redes sobre o território. Em função disso, também os processos físicos que causam as inundações em Venâncio Aires já não são naturais, são híbridos, pois, apesar de ainda apresentarem um componente natural, foram transformados pelo uso do território. O capítulo seguinte aborda justamente a área da bacia na qual todos esses processos se intensificam ainda mais, ou seja, a cidade de Venâncio Aires.

---

<sup>22</sup> No texto “El agua en la ciudad” disponível no livro organizado por Hiernaux-Nicolás (1999), p. 81-106.

## 4 DINÂMICA SOCIAL E INUNDAÇÕES NO CONTEXTO INTRAURBANO

Seguidamente os moradores de áreas urbanas são surpreendidos por inundações nos locais inusitados. É comum, então, que a imprensa e o senso comum atribuam a ocorrência às mudanças climáticas globais. Na maioria das vezes, no entanto, a causa da ocorrência das inundações deve ser buscada no processo de urbanização ocorrido na área e na configuração original da rede de drenagem, normalmente oculta na trama urbana. Os problemas ambientais não surgem de uma hora para outra, mas sim são resultantes de um processo. Considerando-se esta premissa, este capítulo resgata o histórico de ocupação urbana e da rede de drenagem original na cidade de Venâncio Aires/RS, visando a compreender a ocorrência de inundações urbanas.

A análise, a reflexão e o entendimento sobre a evolução e sobre a dinâmica do desenvolvimento das cidades, bem como sobre seu processo de organização espacial, certamente podem ser empreendidos a partir de diversos e diferentes olhares disciplinares ou, ainda, através de práticas inter ou transdisciplinares. O sucesso de cada uma dessas abordagens está intimamente vinculado à necessidade de definirmos e de empregarmos, de forma adequada e atualizada, um conjunto de conceitos fundamentais ao pleno entendimento da complexidade de que se reveste o fenômeno urbano (Silveira, 2003, p.17). A orientação teórico-metodológica deste capítulo, como definido no roteiro metodológico, é o que Coelho (2001, p. 36) chamou de “periodização e espacialização”.

A periodização, no domínio da geografia, propriamente, é aquela na qual Milton Santos insiste desde o livro “Espaço e Método” (1985) até o compêndio “A natureza do espaço” (1996). Santos (2001, p.159) propõe que “[o] *entendimento dos lugares, em sua situação atual e em sua evolução, depende da consideração do eixo de sucessões e do eixo de coexistências*”. Ou seja, se reconhece uma assincronia temporal dos vetores de mudança, principalmente relacionada à evolução das técnicas, o que permite distinguir períodos diferentes para os sistemas do acontecer social. Contudo, Santos (2001, p.159) lembra que “o tempo das



*diversas ações e dos diversos atores e a maneira como utilizam o tempo social não são os mesmos*”, mas se dão na sincronia da existência comum no lugar. Assim, a espacialização tende a retratar um processo de formação e de distribuição espacial, temporal e socialmente diferenciado dos problemas ambientais. Além disso, Corrêa (1997) e Santos (2001) nos lembram que, além do dinamismo fornecido pelo movimento do acontecer social, existe a força de inércia dos objetos socialmente produzidos e a estrutura do lugar, que se perpetuam nas formas concretas das cidades. Assim, também o acontecer social muda a significação, o alcance e as consequências dos fenômenos naturais, sem que as formas espaciais existentes mudem substancialmente.

Na base da “periodização e espacialização” e da avaliação intraurbana da problemática ambiental está o método comparativo. Essencial na aplicação do método comparativo, para Coelho, é a recuperação da memória evolutiva, incluindo o registro de áreas afetadas pelo fenômeno de interesse no passado, assim como a espacialização de políticas governamentais e de planejamento; a setorização urbana quanto a indicadores sociais e econômicos e quanto à intensidade de ocorrência dos problemas ambientais; e a distribuição das variáveis dos sistemas hidrológicos. As comparações tornam conhecidos os padrões que se relacionam à inundação e indicam processos e estruturas.

O recurso ao método comparativo apóia-se na perspectiva da dinâmica sistêmica. Em geral, a comparação toma como referência clara ou implícita esta ou aquela situação que contribuirá com a revelação de similaridades e/ou diferenças. O método comparativo tornou-se central ao registro e explicação da evolução dos processos ambientais e distribuição de impactos na cidade. É imprescindível à compreensão da complexidade, diversidade, singularidade e contingencialidade dos processos (COELHO, 2001, p. 38).

A compreensão do problema ambiental urbano – inundações – como resultante da interação entre a dinâmica natural e a social, portanto, como processo, como movimento, se estabelece, neste capítulo, em um contínuo que vai e vem entre simplificação e complexão. Este é, aliás, outro traço da orientação metodológica proposta por Coelho (2001). A simplificação ocorre quando se seleciona o que é supostamente mais significativo, mas não se deixa de recorrer à complexão, quando se procura o nexo entre uma multiplicidade de dados e informações.

O capítulo se divide em quatro seções. Na primeira, “Urbanização e ocupação de áreas de inundação”, cria-se uma periodização-espacialização do crescimento urbano de Venâncio Aires e da significação, do alcance e das consequências dos fenômenos naturais relacionados às inundações. Na segunda, “Urbanização e ocupação de sub-bacias urbanas”, evidencia-se graficamente a evolução da trama urbana sobre os cursos d’água e sobre as sub-bacias hidrográficas urbanas. A seção seguinte, “Diferenciação sócio-habitacional no espaço urbano”, apresenta, com base nos dados censitários do IBGE (2000), a estruturação social dos diferentes ambientes urbanos. Na última seção, “Inundações e as diretrizes de planejamento urbano”, apresenta-se o modo como o problema das inundações foi visto no processo de gerenciamento do crescimento urbano e como foi ajustado nas legislações urbanísticas ao longo da evolução urbana de Venâncio Aires.

#### 4.1 URBANIZAÇÃO E OCUPAÇÃO DE ÁREAS DE INUNDAÇÃO

No início, as ações se instalavam nos interstícios das forças naturais, enquanto hoje é o natural que ocupa tais interstícios. Antes a sociedade se instalava sobre lugares naturais, pouco modificados pelo homem, hoje os eventos naturais se dão em lugares cada vez mais artificiais, que alteram o valor, a significação dos acontecimentos naturais. (SANTOS, 2002, p. 147)

O espaço urbano atual de Venâncio Aires é resultado da atividade de uma série de gerações que, através de seu trabalho contínuo, nele intervieram, modificando-o, transformando-o e tornando-o cada vez mais distanciado do meio natural.

Não se nega, portanto, que a forma original do espaço natural seja uma das variáveis na conformação do espaço urbano. A forma do espaço humanizado foi obtida através de adaptações do espaço natural. Estas adaptações foram construídas com o intuito de satisfazer certas necessidades, não se restringindo apenas às necessidades básicas de sustento e de abrigo, mas também incluindo, certamente, determinações sociais e históricas. Por isso, se por um lado as adaptações foram dependentes dos materiais disponíveis e do sítio, por outro, elas se relacionavam às tecnologias empregadas – elas mesmas criações sociais – e às próprias necessidades socialmente definidas. O espaço urbano não foi determinado apenas pelo espaço natural, mas também pelas anteriores adaptações deste. Em função disso, em um espaço urbano, é preciso algum esforço para identificar os traços marcantes do meio natural original, agora coberto por adaptações de diferentes origens. As determinações do espaço adaptado são exercidas a cada momento. Neste aspecto, o espaço urbano caracteriza-se, simultaneamente, como condição, como meio e como produto do processo de reprodução da sociedade (SERRA, 1987, p. 55-56; SILVEIRA, 2003, p. 25).

Extrair a forma original do espaço natural deste espaço coberto de adaptações exige esforço de pesquisa e de reconhecimento, necessários ao estudo e à análise. O que existe, realmente, é o espaço humano, resultado da sobreposição de inúmeras adaptações sobre o espaço natural ao longo da história.

Além disso, nos marcos de uma economia globalizada, a apreensão da dinâmica de produção do espaço urbano deve, igualmente, levar em conta a necessidade de mediação entre as diferentes escalas presentes. Em concomitância com a dinâmica espacial própria à formação do espaço intraurbano, há que se considerar também, como nos lembra Silveira (2003, p. 26), “a *dinâmica espacial resultante das suas inter-relações com o território que o cerca, bem como com os demais lugares do mundo com os quais, conjunturalmente, possa interagir*”.

Estas proposições orientam a leitura realizada nesta seção sobre a urbanização em Venâncio Aires e sobre sua relação com os cursos de água, considerando que estes condicionavam, em certa medida, as áreas passíveis de urbanização e as formas de ocupação urbana. Analisam-se os conflitos que foram sendo gerados e as decisões tomadas quanto a formas de intervenção que possibilitariam amenizar ou eliminar os impactos negativos para a sociedade, originados no modo como esta ocupou o solo.

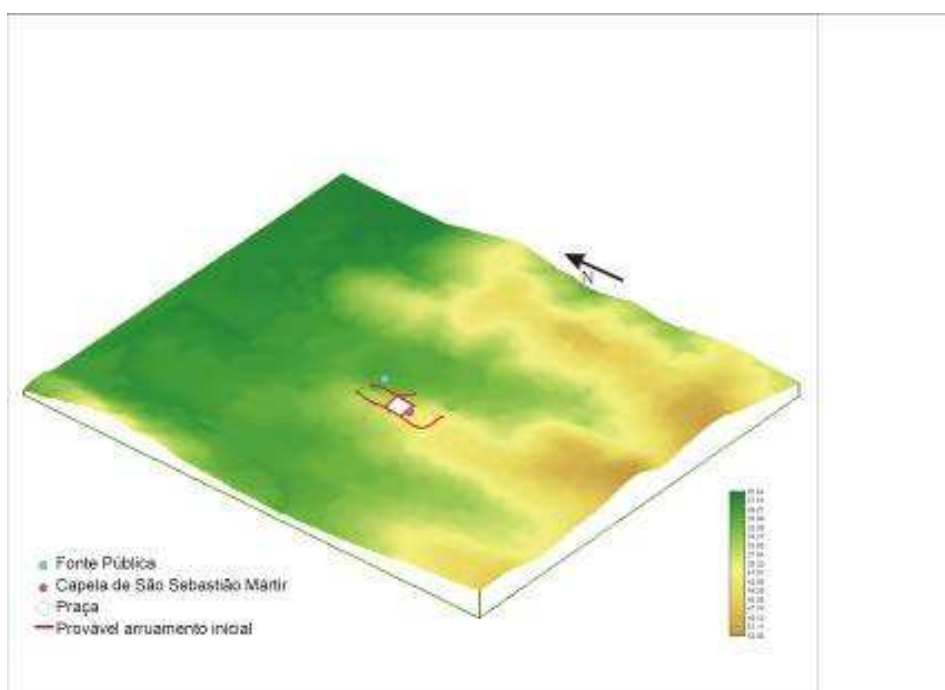
Divide-se o processo de ocupação urbana em Venâncio Aires em quatro períodos: primeiro período – do povoado à vila; segundo período – a consolidação do núcleo urbano; terceiro período – da urbanização corporativa.

#### **4.1.1 Primeiro período – do povoado à vila**

Como exposto anteriormente, a ocupação mais intensiva na bacia do Castelhana teve início quando os descendentes dos sesmeiros passaram a lotear suas terras para a colonização germânica e teuto-brasileira, a partir de meados do século XIX. Decorrente deste processo de povoamento, na localidade de Faxinal, junto a uma fonte de água que era ponto de parada dos viajantes na Sesmaria dos Fagundes, nascia o povoado que mais tarde seria a sede do município (Silveira, 2007, p.192). Em 1864, de acordo com Flores (1983), o pequeno povoado compreendia seis casas de material, reunindo, além do diretor de colonização, dois comerciantes, um sapateiro, um ferreiro e um carreteiro, e mais quatro ranchos de palhas, que serviam como estalagem para hospedar os imigrantes antes de sua fixação nas colônias. Em 1876, em terreno doado por Brígida Fagundes do

Nascimento, neta do capitão pioneiro, começou a ser edificada uma capela dedicada a São Sebastião Mártir, santo que também passou a dar nome à povoação (Vogt, 2004).

O sítio da área em que a cidade se iniciou é um terraço entre dois afluentes do Castelhana: a sanga do Arrozal, a leste, e, a oeste, a sanga da Mangueira, tributária principal da sanga do Cambará (Fig. 56). Nesta representação rudimentar é possível perceber que este núcleo inicial apresentava uma variação altimétrica pouco acentuada e uma leve inclinação para norte, em direção ao arroio Castelhana, distante um quilômetro e meio do povoado de então.



**FIGURA 56 Venâncio Aires – Sítio do núcleo inicial da cidade (1883)**

Em 1884, a povoação de São Sebastião Mártir foi elevada à categoria de freguesia. Este núcleo urbano colonial apresentava uma organização espacial diferenciada, porque, além de ter sido criado em área predeterminada pelo projeto colonial, também apresentava um traçado e um plano urbano com forte influência do urbanismo lusitano adotado pela administração provincial, marcado pelo traçado ortogonal da malha urbana e por uma praça central em torno da qual se localizavam os prédios administrativos (SILVEIRA e HERMANN, 2001, p.230-231).

O sítio sobre o qual se instalou a vila, na opinião do senhor Amarino da Silva, de 89 anos, não foi um bom lugar para se iniciar uma cidade.

“Muitos achavam que a cidade de Venâncio Aires ali não ia dar cidade grande. Ali a gente achava o seguinte: Eles começaram a cidade de Venâncio Aires num mau lugar, porque eles começaram ela perto duns banhados que não ia dar pra ninguém morar, porque ninguém conseguia morar naqueles banhados, tapar aquilo era impossível naquela época.”<sup>23</sup>

O núcleo inicial manteve-se em um conjunto de poucas vias por décadas, porque o que dinamizava a vida local até o início do século XX era a produção agrícola, e, portanto, as mudanças mais significativas no território davam-se nas colônias, fora do núcleo urbano.

Pela sua localização, inicialmente, o povoado serviu como centro administrativo, militar e religioso, porém, gradativamente, a transição da economia natural para a produção agrícola de excedentes comerciais nas colônias começou a dinamizar o crescimento do pequeno núcleo urbano (Silveira, 2007, p.192-193).

Nas circunstâncias economicamente dadas, a acumulação de capitais se processou, na maioria das vezes, através de relações comerciais. Aqueles comerciantes que acumularam capitais e que tiveram espírito empreendedor acabaram se dedicando ao beneficiamento dos produtos (ROSA e VOGT, 2004, p. 269).

Esta dinâmica econômica também se reflete na organização territorial.

O aumento da produção colonial e o desenvolvimento do comércio animavam o desenvolvimento econômico da freguesia que em 1891 emancipa-se do município de Santo Amaro e passa à condição de vila do novo município de Venâncio Aires. A imediata instalação da Câmara Municipal e a construção da nova igreja, em 1895, ampliavam as funções urbanas do núcleo (Silveira, 2007, p. 193).

A vila de Venâncio Ayres, como passou a se chamar, em homenagem ao republicano e abolicionista homônimo, começou a se destacar entre os núcleos de povoamento da colônia, concentrando os pequenos ofícios, o comércio e o beneficiamento de produtos agrícolas e minerais e a prestação de serviços. Roche (1969, p. 544) destaca que, em 1897, existiam 135 artesãos trabalhando neste núcleo urbano, principalmente no ramo de madeira, no de couro, no de alimentação

---

<sup>23</sup> Entrevista concedida em 08/02/2006

e no de metal. As melhorias ocorridas em termos de saneamento, de disponibilidade de energia elétrica e de saúde, descritas a seguir, contribuíram ainda mais para o desenvolvimento urbano.

Em 1905, ao promulgar o Código de Posturas, a Intendência deu mostras de preocupação com as precárias condições sanitárias e de higiene pública existentes na vila de Venâncio Ayres. O Código de Posturas regulamenta e determina uma série de ações visando à higiene e ao asseio público. Porém, somente em 1912 a municipalidade regulamentou um serviço de remoção de dejetos humanos. O sistema adotado era o da remoção em cubos (colocados nas latrinas existentes em cada um dos prédios da vila), o que era realizado duas vezes por semana, sendo expressamente proibido o lançamento de materiais fecais em sangas ou arroios. Os cubos eram despejados e limpos em uma área de terras nos subúrbios da vila (na planície de inundação do Castelhana). Ali foram construídos dois poços para a obtenção de água para a limpeza dos cubos e abertas fossas fixas para o lançamento dos dejetos cobertos com terra. Água contaminada sempre foi o vetor de várias doenças, por isso também passou a ser necessária uma maior disponibilização de água potável à população. Em 1913, a Intendência fez instalar uma bomba de dupla ação na primeira fonte pública e, mais tarde, passou a manter outra fonte, na Rua Aquibadan - atual Reynaldo Schmaedecke. (ROSA e VOGT, 2004, p. 289, 291 e 292).

O poder público, pressionado pelo alto índice de enfermidades que atingiam a população venâncio-airensense (tifo, tuberculose, varicela, disenteria, e gripe espanhola), viu-se forçado a organizar os serviços de assistência médica, já a partir de 1902. A assistência municipal se desenvolveu aproveitando os médicos que já estavam em atividade no município, os quais, para atenderem os necessitados, receberam honorários públicos. Ainda não havia hospitais, mas alguns médicos improvisavam alguns leitos em suas clínicas para abrigar temporariamente os doentes. *“Quanto aos recursos humanos na área da saúde, o jornal Kolonie informava que, em 1922, existiam 5 médicos, 8 dentistas e 8 parteiras em atividade no município”* (ROSA e VOGT, 2004, p. 293).

Em 1916, foi construída por um concessionário uma usina de força e de luz, que ajudou muito no desenvolvimento de vários ramos do artesanato, do comércio e da indústria, constituindo-se, por conseguinte, em importante fonte de renda da municipalidade. Na década de 1920, a vila de Venâncio Ayres apresentava ruas de chão batido (com ou sem empedramentos) e alguns poucos passeios públicos calçados, por onde transitavam pessoas a pé, no lombo dos cavalos ou das mulas, em carretas e carroças ou nos poucos automóveis que aí existiam (ROSA e VOGT, 2004, p. 269-304).

Destacavam-se neste momento, em termos de produção, tanto no cultivo como no que respeita à comercialização, o fumo e a erva-mate. O fumo produzido nas pequenas propriedades agrícolas das colônias prosseguia através das picadas, transportado por mulas ou por carroças, alcançando, em um primeiro momento, os armazéns localizados nos povoados do interior, Linha Isabel, Linha Deodoro e Linha Brasil, onde era comercializado quase sempre através da troca de mercadorias. Desses armazéns, após ser fermentado, preparado e enfardado pelos comerciantes, o fumo seguia, igualmente através das picadas e em lombo de mula ou em carroças, até Venâncio Ayres. Em alguns casos, ele era novamente comercializado com as casas comerciais maiores; em outros, era apenas repassado, por se tratar de estabelecimentos do mesmo grupo comercial. Desses estabelecimentos comerciais, após ser armazenado, o fumo era então preparado para ser transportado, em carroças ou em mulas, de Venâncio Aires para o porto de Mariante, no rio Taquari. De lá o fumo seguia em lanchões a vapor, pelo rio Taquari, até Porto Alegre (Silveira, 207, p. 202-203). Nesta época, em que o transporte fluvial ditava os rumos do desenvolvimento econômico, Mariante era, talvez, um centro comercial de maior relevância do que a própria vila de Venâncio Ayres (ROSA e VOGT, 2004, p. 280-283).

Em termos de indústrias de beneficiamento, a vila de Venâncio Aires apresentava, certamente, um número maior de estabelecimentos do que Mariante. O levantamento realizado pelo jornal *Kolonie*, em 1922, para o município de Venâncio Aires constatou que:



Quanto às fábricas e estabelecimentos industriais, o município de Venâncio Aires tem: 2 fábricas de banha (Selbach e Cia na Vila e I. D. Schuler na Linha Brasil), 21 serrarias, 2 alambiques, 11 moinhos de erva mate, 6 arrozeiras, 5 fábricas de açúcar e rapadura, 2 fábricas de lingüiça, 2 cervejarias, 5 fábricas de gasosa e água mineral, 15 olarias, 2 fábricas de telhas, 3 moinhos de farinha, 16 moinhos de moer, 1 instalação para aplinar tábuas, 1 usina elétrica, 3 marcenarias com funcionamento a vapor e uma fábrica de café. No total são 89 estabelecimentos, quase todos funcionando a vapor. (JORNAL KOLONIE *apud* ROSA e VOGT, 2004, p. 269)

Neste levantamento, não constavam manufaturas de beneficiamento de fumo em folha, das quais a primeira foi a empresa Löwenhaupt & Cia, em 1932, que passou a empregar trabalhadores em caráter permanente ou temporário (ROSA e VOGT, 2004, p. 274). Este tipo de empreendimento industrial passou a ser o que mais cresceu nas décadas seguintes, como será exposto na próxima seção.

As pequenas indústrias acabaram se instalando no núcleo urbano sede, onde a oferta de melhor infraestrutura e equipamentos, a existência de órgãos governamentais, a presença de casas comerciais e de serviços, a disponibilidade de mão-de-obra qualificada dos migrantes artesãos e, sobretudo, a maior disponibilidade e circulação de capital mercantil foram fundamentais para o desenvolvimento desses estabelecimentos (Silveira, 2007, p. 188). Este período de melhor aparelhamento técnico e de efetiva consolidação do núcleo urbano, será tratada na próxima seção.

#### **4.1.2 Segundo período – A consolidação do núcleo urbano**

No processo de consolidação do núcleo urbano de Venâncio Aires, impõe-se aos governos municipais a necessidade de intervir no espaço, ordenando a vida urbana e regrido a vida em sociedade. Neste processo, ganha relevância a participação de técnicos na área do urbanismo, que, além de conceberem uma maneira de construir e/ou transformar a urbe, através de experiências trazidas de outras cidades, também passaram a construir uma maneira de pensá-la, de vivê-la ou de sonhá-la. Segundo Pesavento (1995, p. 286), “[h]á a projeção de uma cidade que se quer, imaginada e desejada, sobre a cidade que se tem, plano que pode vir a realizar-se ou não”.

A partir de 1930, o núcleo urbano ganhou melhorias em termos urbanísticos, como a urbanização da praça central (Fig. 57).



**FIGURA 57 Praça Thomaz José Pereira Júnior (1935)**

Fonte: Fredolino Assmann

Observando esta fotografia (Fig. 60), registrada das torres da igreja matriz em construção, percebe-se a proximidade da planície de inundação do arroio Castelhana desta área urbanizada. A fotografia foi registrada em um momento de enchente do Castelhana, que causou inundação na várzea.

A partir da década de 1930, o veículo de motor a combustão passou, gradativamente, a ganhar terreno e a modificar as relações sociais. Por um lado, serviu de veículo de deslocamento particular para os que apresentavam melhores condições econômicas; por outro, tornou-se de utilidade pública, como meio de transporte de passageiros, caso do auto de praça e do ônibus coletivo. Também possibilitou a aceleração das relações comerciais, por meio dos transportes de cargas que os caminhões passaram a efetuar. *“Assim, paulatinamente, foi-se reduzindo o uso do cavalo, do burro, das carroças e das carretas. Com o passar do tempo, as outrora tão importantes e indispensáveis casas de pasto desapareceram da paisagem da cidade”.* (ROSA e VOGT, 2004, p. 297).

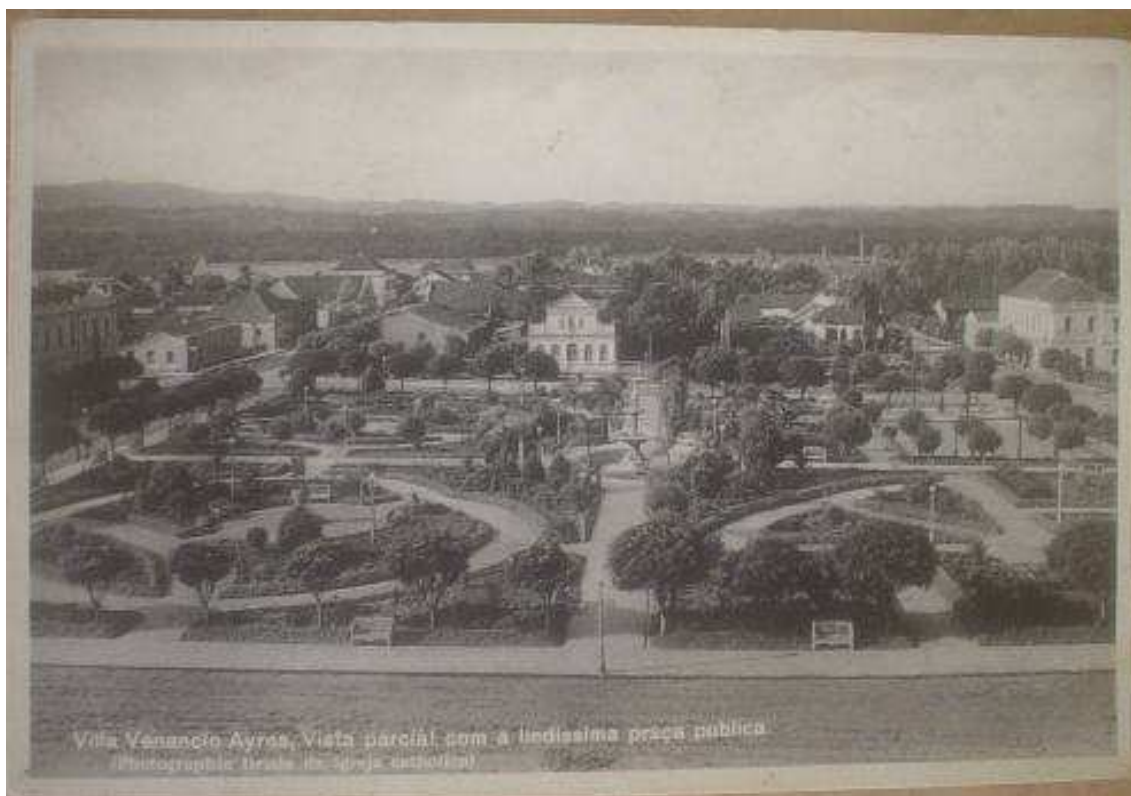
Em 1938, durante o Estado Novo, o decreto-lei 331 definiu que todas as sedes municipais existentes no país, independentemente de suas características funcionais e estruturais, passariam a ser denominadas cidades (Veiga, 2002). Assim, também a vila de Venâncio Aires foi elevada à categoria de cidade e de sede do 1º distrito municipal. No censo realizado em 1940, a população do município de Venâncio Aires era de 28.205 habitantes, sendo que destes somente 2.254 moravam na sede do 1º distrito (JARDIM e BANDEIRA, 2001).

A primeira metade do século XX foi um período de transformações profundas na idealização do processo de estruturar as cidades no Brasil. Em Porto Alegre, estas inovações chegaram primeiramente com o “Plano de Melhoramentos” do engenheiro e arquiteto João Moreira Maciel, de 1914, durante os governos de Otávio Rocha e de Alberto Bins, e, mais significativamente, com José Loureiro da Silva, nomeado prefeito de Porto Alegre em 1938. O lema de Loureiro da Silva era “*Sou um bacharel urbanista, adoro ver riscos de cidades projetadas*” (De Grandi, 2004, p.90). Durante os seus vários governos, Porto Alegre passou por toda uma reformulação urbanística, que serviu de modelo para as cidades do interior. Mesmo que o processo de renovação urbana em curso não se aproximasse, em termos de escala, do das metrópoles reais que suportavam o conceito, a população local vivenciava a situação como pertinente ao acesso à modernidade. Segundo Pesavento (1995, p.285) “*estariamos diante de um imaginário social sobre a cidade-metrópole que, sem correspondência efetiva com o real concreto, tinha uma existência claramente delimitada pelos padrões de referência conceitual vigentes no mundo capitalista*”.

Em Venâncio Aires, chegaram ecos destes padrões de referência, ainda que em outra escala. O espaço construído, ordenado e transformado talvez melhor se materialize na Praça Pública Thomaz Pereira Júnior<sup>24</sup> (Fig. 58).

---

<sup>24</sup> A modernidade aparece como algo distante, de que se ouve falar, de que se tem um certo conhecimento, que se almeja experimentar e que se consubstancia, por vezes, em um único elemento, convertido em emblema de tal modernidade (Pesavento, 1995, 275, citando caso observado por Berman 1986 em determinadas regiões da Rússia czarista).



**FIGURA 58 Praça Thomaz José Pereira Júnior na década de 1940**

Fonte: Núcleo de Cultura de Venâncio Aires.

Durante o Estado Novo, o governo federal criou uma série de normas para organizar as cidades existentes e destinou recursos às administrações municipais para que estas normas fossem postas em prática. Em 1952, Venâncio Aires definiu pela primeira vez o perímetro urbano e a área suburbana, esta já com vistas ao crescimento da cidade. Note-se que a planta urbana dele decorrente é marcada por ruas construídas ou projetadas com traçado retilíneo, apesar da presença de arroios e de áreas inundáveis – o plano em xadrez se impõe. É controverso, que a ampliação do plano urbanístico foi definida depois da enchente de 1941, que inundou boa parte destas áreas de expansão. Era um tempo em que realmente se pensava na capacidade do homem de contornar esse problema através da técnica, na crença da ilimitada capacidade humana na organização do espaço.

Quanto ao fornecimento de energia, este período também foi de ampliação e de reestruturação. A usina “Força e Luz”, construída ainda no final da década de 1910, teve sua capacidade ampliada. A construção que a abrigava passou a ter, anexa à usina, uma bem montada oficina mecânica, onde eram executados todos e quaisquer serviços concernentes à eletricidade. A usina elétrica a vapor, em 1939,

era de 60 HP. O serviço de fornecimento de energia foi encampado pela Prefeitura Municipal em 1940, e, para suprir as carências energéticas da época, foi necessária a instalação de uma nova usina que satisfizesse as necessidades da indústria e do comércio da cidade em processo de expansão. A nova usina, inaugurada em 1942, forneceu energia elétrica aos munícipes até 1956. A partir desta data, a provisão energética da cidade não foi mais produzida localmente pela municipalidade, passando a vir da Usina Termelétrica de São Jerônimo. (ROSA e VOGT, 2004, p. 287-288).

Com o melhor fornecimento de energia, ampliou-se o número de empresas de beneficiamento de fumo instaladas na cidade. Além da Lowenhaupt e Cia, já existente, instalaram-se na década de 1940 as empresas Metzdorf e Feix e Tabacos Knies & Cai Ltda. Mais tarde, instalaram-se a Fumossul S/A, a Rio Grande Tabacalera, a Tabacaria Londres, a Flórida Tabacos e outras. Estas empresas passaram a empregar centenas de trabalhadores, em caráter permanente ou temporário. (ROSA e VOGT, 2004, p. 277). O funcionamento das agroindústrias fumageiras, das cooperativas de produção e das fábricas de cigarro na cidade, bem como nas cidades vizinhas de Santa Cruz do Sul e de Vera Cruz, por sua vez, promovia uma gradativa expansão da produção do fumo nas áreas rurais da bacia do Castelhana. Assim, no final dos anos 1960, em Venâncio Aires, a produção de fumo em folha era de 7.200 t, produzidas em 5.000 ha, ao passo que, em Santa Cruz do Sul, os dados registravam 12.024 t, cultivadas em 10.020 ha (FEE, 1970).

É preciso registrar que, nesse período, simultaneamente à expansão espacial da cultura do fumo, ao aumento de sua produção e à afirmação do setor industrial fumageiro, também ocorre a instalação de novas atividades industriais de transformação. Destaca-se a criação de uma funilaria, que começou fabricando canos e peças para fogões à lenha e, posteriormente, se especializou no fabrico de fogões a lenha e a gás, implantando processos de esmaltaria, de cromagem e de niquelagem. Na década de 1950, esta empresa mudou sua razão social para Venax (ROSA e VOGT, 2004, p. 276).

Quanto a atividades de beneficiamento e de transformação industrial, conforme dados organizados por Silveira (2007, p. 225), no período de 1940 a 1960, houve crescimentos significativos no número de empresas e de empregados em

Venâncio Aires. Em 1940, havia 80 empresas e 309 empregados no setor industrial, em 1950, registravam-se 161 empresas e 759 empregados, já em 1960, o número de empresas passou a 212 e o de empregados passou a 1.053.

Neste período de consolidação do núcleo urbano de Venâncio Aires, as ligações com as cidades do entorno e com a capital, Porto Alegre, eram ainda precárias, porém, constituíam um eixo importante na rede viária do estado do Rio Grande do Sul à época. Havia três estradas principais: a primeira ligava Venâncio Aires ao porto de Mariante, de onde saíam os vapores que se dirigiam a Porto Alegre ou a Lajeado/Estrela; a segunda ligava a cidade a Santa Cruz; e a terceira fazia a ligação da cidade com o Planalto Médio e com as Missões. Através desta última estrada, escoava-se boa parte da produção das novas colônias e realizava-se o transporte de passageiros e de combustível. Entre 1952 e 1955, foi construída a ponte sobre o rio Taquari, em Mariante, facilitando a ligação com Porto Alegre. As estradas de pavimento solto ficavam, muitas vezes, intransitáveis no período chuvoso. Segundo depoimentos coletados por Rosa e Vogt (2004, p. 311), a viagem até Santa Cruz do Sul (de 30km) podia levar até quatro horas, dependendo das condições da estrada. No entanto, apesar de precários, em função das condições das estradas, os serviços de transporte coletivo e de transporte de mercadorias desempenharam importante função na época. Por Venâncio Aires passavam as linhas de ônibus que ligavam as antigas áreas coloniais (do século XIX) às áreas de colonização do norte do Rio Grande do Sul e do oeste catarinense, colonizadas nas primeiras décadas do século XX.

Com a construção da Estrada da Produção, em 1962, a ligação da capital com o Planalto e com a Região das Missões passou a ser feita por esta via asfaltada (hoje BR-386), e o transporte de cargas e de passageiros não precisou mais passar por Venâncio Aires. Assim, a cidade perdeu importância na rede de transportes do Rio Grande do Sul.

Esta perda de importância de Venâncio Aires como nó na rede de transportes, juntamente a fatores relacionados à conjuntura nacional, que afetaram diretamente a economia local, definiu um período de menor crescimento econômico do município no início da década de 1960. Esta retração da economia local tem um vínculo direto com a política adotada pelo governo federal, que afetou diretamente o ramo

industrial fumageiro de capital local, que constituía um dos esteios da Microrregião Fumicultora de Santa Cruz do Sul<sup>25</sup>, da qual Venâncio Aires fazia parte. Com base em Montalli (1979) e Vogt (1994), Silveira (2003) esclarece que:

No âmbito nacional a política antiinflacionária adotada pelo governo federal de 1962 a 1967 – que tinha como principal fundamento, a diminuição do consumo através da restrição do crédito às empresas e, do arrocho salarial – levou a fumicultura, e por consequência a indústria fumageira, a uma situação de profunda crise econômica. Com o crédito restrito, comprometia-se o financiamento do cultivo do fumo para os produtores rurais, como também se limitavam as possibilidades de novos investimentos no âmbito da indústria fumageira. Além disso, a depressão econômica do país impunha crescentes dificuldades na comercialização, tanto dos cigarros como do fumo em folha no mercado nacional, até então seu principal mercado (SILVEIRA, 2003, p.80).

Entretanto, a partir de 1965, o governo federal estabeleceu uma política agressiva de atração de capital internacional, acenando com uma série de estímulos às corporações multinacionais.

Além de um conjunto de leis que buscavam regulamentar a remessa de lucros para o exterior, de maneira favorável aos interesses do capital monopolista internacional, como também de inúmeras isenções e subsídios à instalação de novas indústrias estrangeiras no país, o governo criou ainda as condições para que essas pudessem tomar empréstimos no exterior a juros subsidiados (SILVEIRA, 2003, p.81).

As grandes corporações fumageiras instaladas nas ex-colônias britânicas na África buscavam novas áreas para se estabelecer, em função dos conflitos étnicos e das partições territoriais que ocorriam naquelas tradicionais áreas produtoras. Assim, as isenções e os subsídios anunciados pelo governo brasileiro tornaram a Microrregião Fumicultora de Santa Cruz do Sul, que já tinha uma estrutura mínima de beneficiamento e de comercialização de fumo, uma alternativa viável para assegurar a reprodução do capital destas corporações. Assim, inicia-se, a partir desse período, o processo gradual de transnacionalização da indústria fumageira local (Silveira,

---

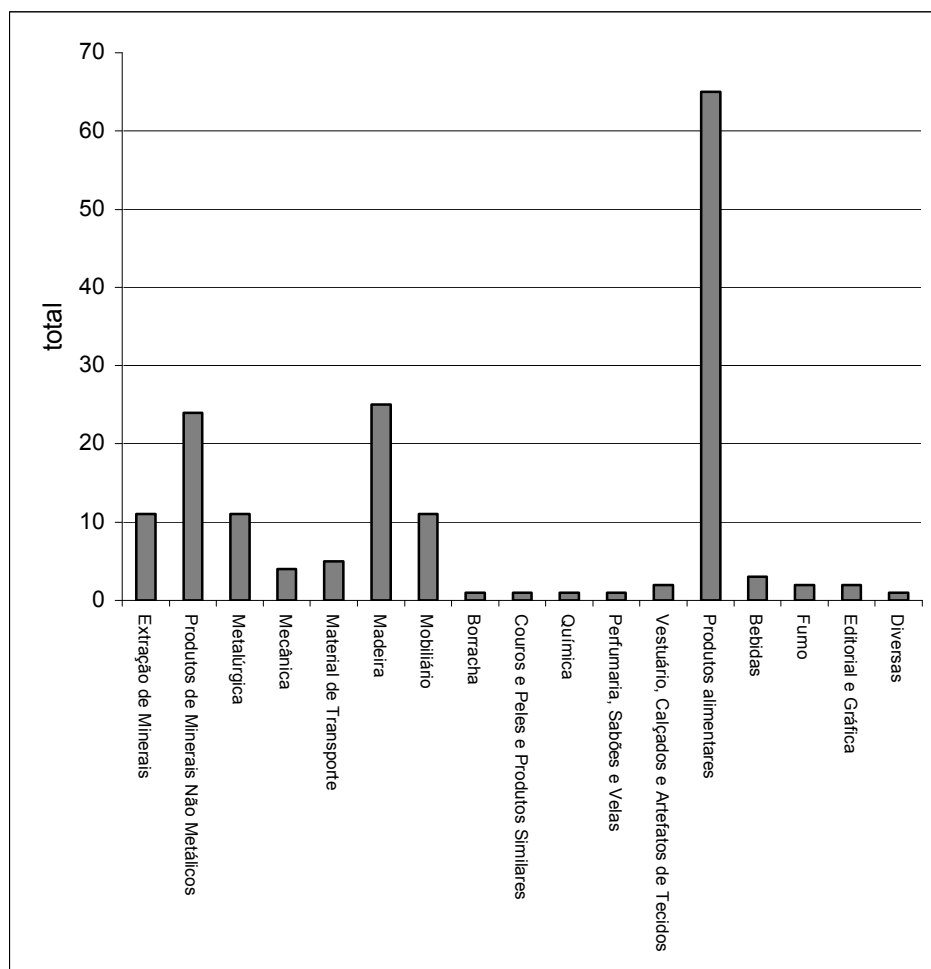
<sup>25</sup> Em 1970, constituíam esta microrregião os seguintes municípios: Agudo, Arroio do Tigre, Candelária, Dona Francisca, Faxinal do Soturno, Nova Palma, Santa Cruz do Sul, Sobradinho, Venâncio Aires e Vera Cruz.

2003, p.81-82). Esse processo, assim como seu efeito sobre a urbanização de Venâncio Aires, será mais efetivo na terceiro período de ocupação urbana.

Com a modernização da agricultura, durante a década de 1960, passou a se intensificar o movimento populacional de outros municípios para Venâncio Aires, que recebeu 2.638 migrantes neste período (IBGE, 1970). No período entre 1960 e 1970, ainda não havia se verificado neste município a diminuição da população rural, que era regra em boa parte dos municípios do país. Porém, enquanto a população rural de Venâncio Aires cresceu 0,85% ao ano, neste período, a população urbana cresceu 5,29% ao ano (IBGE, 1973).

Os dados do censo realizado em 1970 pelo IBGE nos dão uma ideia da estrutura industrial existente no final do período que chamamos de consolidação do núcleo urbano. Em 1970, o ramo industrial mais significativo em número de estabelecimentos era a indústria de produtos alimentares, com 65 estabelecimentos, seguida pela de processamento de madeira, com 25 estabelecimentos e pela indústria de produtos de minerais não metálicos (olarias, principalmente), com 24 estabelecimentos (Fig. 59).





**FIGURA 59 Venâncio Aires – Total de estabelecimentos por ramo industrial (1970).**

Fonte: Censo Industrial 1970. Rio Grande do Sul, IBGE.

Contudo, o ramo industrial com maior número de pessoal ocupado, pelo menos segundo os dados publicados, era o metalúrgico (Tab. 5), o que demonstra a importância da empresa de fogões Venax na economia local da época. Os dados do censo do IBGE de 1970 ainda não demonstram participação da agroindústria fumageira como significativa na estrutura industrial do município. Segundo o IBGE, havia, então, somente dois estabelecimentos industriais do ramo fumageiro no município; outras fontes de informação, porém, informam a existência de pelo menos quatro. Sobre esta discrepância, Silveira (2003, p. 86) alerta que os dados do Censo Industrial de 1970 devem ser vistos com certa restrição, porque o IBGE, nesse censo, tinha critérios diferentes daqueles usados posteriormente. No censo de 1970, muitos dos estabelecimentos industriais que restringiam suas atividades ao

beneficiamento de produtos agropecuários, como o fumo, foram identificados como estabelecimentos do comércio atacadista.

**TABELA 5 Venâncio Aires – Pessoal ocupado, valor da produção e valor da transformação industrial, por gêneros industriais (1970)**

<b>Gênero industrial</b>	<b>Pessoal ocupado</b>	<b>Valor da produção (%)</b>	<b>Valor da transformação (%)</b>
Extração de minerais	27	0,30	1.10
Produtos de minerais não metálicos	124	1,33	3.37
Metalúrgica	235	10,59	16.20
Mecânica	20	0,91	0.10
Material de transporte	6	0,04	0.10
Madeira	46	0,56	1.30
Mobiliário	28	0,54	0.87
Produtos alimentares	205	25,12	32.68
Bebidas	3	0,02	0.06
Outros	(353)*	(60,59)*	(43.39)*
<b>Total</b>	<b>1047</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

\* Os valores entre parênteses correspondem à diferença entre o valor total registrado e a soma dos ramos industriais para os quais o valor foi registrado.

Fonte: Censo Industrial 1970. Rio Grande do Sul, IBGE.

A Tabela 5 não evidencia a participação do tabaco entre os ramos industriais com maiores valores de produção e de transformação industrial no total dos gêneros industriais. Constatou-se, contudo, que há uma diferença entre o valor total informado para o município e o valor resultante da soma dos gêneros industriais para os quais há registro. Incluiu-se o item “outros” entre os gêneros industriais da tabela, porque havia estabelecimentos registrados que, contudo, não informaram ao censo o número de pessoas ocupadas nem o valor da produção e da transformação industrial. Assim o pessoal ocupado na agroindústria do tabaco não está publicado por gênero, porém foi incluído nos valores totais. Estes outros gêneros agregavam 33,71% do total de pessoal ocupado na indústria, 60,59% do valor total da produção industrial e 43,39% do valor total produzido em transformação industrial pelo município (na moeda corrente). A agroindústria fumageira está entre os gêneros industriais cujos dados não foram publicados e, pelos registros oficiais de alguns anos depois, como veremos adiante, já devia participar significativamente no percentual aqui definido como “outros”.

Apesar dessas mudanças, que já anunciavam um novo período, Venâncio Aires (Fig. 60), no período de consolidação do núcleo urbano, era, fundamentalmente, uma cidade que desempenhava papel crucial na vida econômica, política e social de sua pequena hinterlândia.



**FIGURA 60 Cidade de Venâncio Aires na década de 1960.**

Fonte: Núcleo de Cultura de Venâncio Aires.

Cidades como Venâncio Aires, como observou Corrêa (2007, p. 7), “*eram os pontos focais da vida local, início do complexo processo de comercialização e beneficiamento da produção agrícola e ponto final da distribuição varejista a partir de uma longa cadeia de distribuição focalizada em centros metropolitanos e capitais regionais*”. A partir da década de 1970, o incremento da produção fumageira passou a determinar mudanças no desenvolvimento urbano, como será abordado na sequência.

### 4.1.3 Terceiro período – da urbanização corporativa

Os objetos técnicos, maquinicos, juntam à razão natural sua própria razão, uma lógica instrumental que desafia as lógicas naturais, criando, nos lugares atingidos, mistos ou híbridos conflitivos. Os objetos técnicos e o espaço maquinizado são locus de ações “superiores”, graças à sua superposição triunfante às forças naturais. Tais ações são também consideradas superiores pela crença de que ao homem se atribuem novos poderes – o maior dos quais é a prerrogativa de enfrentar a Natureza, natural ou já socializada, vinda do período anterior, com instrumentos que já não são prolongamentos do seu corpo, mas que representam prolongamentos do território, verdadeiras próteses. Utilizando novos materiais e transgredindo a distância, o homem começa a fabricar um tempo novo, no trabalho, no intercâmbio, no lar. Os tempos sociais tendem a superpor e contrapor os tempos naturais (SANTOS, 2002, p.237).

A cidade de Venâncio Aires, a partir deste momento, deve ser entendida no contexto de um território que passava por um rearranjo, em função de uma reestruturação produtiva aliada a um crescimento da população urbana. Esta fase se define como o período em que, no espaço urbano de Venâncio Aires, o componente material era crescentemente formado do artificial, por objetos técnico-científicos; a importância da troca se ampliava e o território se equipava para facilitar a circulação. A cidade e a rede urbana regional foram mudando, por meio de determinações gestadas em outras escalas, em interação com a ação de agentes políticos, econômicos e sociais locais. A industrialização do campo, a mais ampla e fácil acessibilidade e a penetração de capitais externos alteraram, de um modo ou de outro, o papel desta cidade. A alteração foi causada também pelo agravamento das condições de vida no mundo agrícola.

Uma mudança chave na organização socioespacial regional, com reflexos sobre a estrutura das cidades, foi a chamada “modernização” agrícola, com a subsequente industrialização e capitalização do campo. Ainda no final dos anos sessenta, orientados pelos técnicos da Secretaria da Agricultura e da Associação Sulina de Crédito e Assistência Rural (ASCAR) e com crédito do Banco do Brasil, os agricultores passaram a fazer uso do chamado pacote tecnológico, seguindo a receita de Norman Borlaug<sup>26</sup>, que implicava sulcar profundamente a terra e prescrevia o uso de calcário para a correção dos solos e de adubos químicos para

---

<sup>26</sup> Biólogo que recebeu o Nobel da Paz de 1970 pelas conquistas genéticas da Revolução Verde, financiada pela Fundação Rockefeller (HASSE, 1996, p.50).

nutrir as plantas – nascidas, por sua vez, de sementes híbridas, selecionadas após rigorosas pesquisas genéticas –, tudo trabalhado com modernas máquinas de preparo do solo, de plantio e de colheita (HASSE, 1996, p. 34-35).

A modernização agrícola no Brasil está muito relacionada ao aumento da área de plantio da soja. No início dos anos setenta, os preços da soja estavam no auge<sup>27</sup>, o que fez com que se tornasse um produto agrícola popular em todo o Rio Grande do Sul. Também em Venâncio Aires, este cultivo teve uma participação significativa em termos de área plantada durante a década de 1970, tanto que se realizava, anualmente, a Festa Municipal da Soja. Isso implicou também a construção de estruturas para o armazenamento da soja na cidade, em 1973, e, posteriormente, em 1977, do estabelecimento da refinaria de óleo de soja Paris. Contudo, em Venâncio Aires e na região em que este município se insere, a modernização da agricultura se manifestou mais significativamente no processo de produção de fumo, com profundas implicações sobre os espaços urbanos locais.

A partir da década de setenta, o incremento da produção fumageira através das alterações impetradas pelas multinacionais – aumento da área plantada e da produtividade nas áreas rurais, bem como a modernização e ampliação do processo de beneficiamento de fumo nas usinas – passou a determinar uma nova dinâmica do desenvolvimento urbano local” (SILVEIRA, 2003, p. 85-86)

Segundo Silveira (2007, p. 296), em 1975, Venâncio Aires contava com seis empresas fumageiras, representando 2,94% do total dos estabelecimentos industriais; porém, estes estabelecimentos empregavam 35% dos trabalhadores ocupados nas indústrias do município e respondiam por 60,72% do valor da produção industrial e por 62,10% do valor da transformação industrial. Além disso, outros ramos industriais passaram a ter a procura de seus produtos regulados pela dinâmica da agroindústria fumageira, como foi o caso da metalurgia, da construção civil, da metalmecânica e das indústrias de mobiliário e de material de transporte. Portanto, as atividades industriais e terciárias vinculadas ao setor fumageiro

---

<sup>27</sup> Em 1971, a soja teve uma cotação de US\$ 112 por tonelada; em 1972, havia chegado a US\$ 125; e, de abril a junho de 1973, foi de US\$ 150 a quase US\$ 600.

passaram, a partir desse período, a comandar a dinâmica econômica do município, bem como a orientar os processos de ocupação, de organização e de uso do espaço urbano.

Aliado a estes fatores relacionados ao complexo agroindustrial do fumo, um outro fator favoreceu a expansão urbana neste período. Em 1964, com base em documento elaborado anteriormente ao regime militar, mas não nos mesmos moldes<sup>28</sup>, foram criados o Sistema Financeiro da Habitação (SFH), o Banco Nacional de Habitação (BNH), o Serviço Nacional de Habitação e Urbanismo (SERFHAU) e o Fundo Nacional de Saneamento, fontes de financiamento da política habitacional e urbana, em especial do saneamento básico, que passaram a alimentar um forte movimento de construção das cidades no Brasil. Eles se estenderam até a passagem dos anos 70 para os 80, quando a crise do petróleo e a reestruturação produtiva internacional causaram significativo impacto na economia brasileira (Maricato, 2001, p. 85 - 98).

Nas seções que seguem, apresenta-se o conteúdo técnico-científico incorporado ao território e os reflexos promovidos por ele na produção do espaço urbano de Venâncio Aires.

#### 4.1.3.1 Infra-estrutura viária

Os sistemas de engenharia de transporte se expandiram nos anos 1970, quando foram construídas as rodovias asfaltadas ligando Venâncio Aires a Porto Alegre, a Santa Cruz do Sul e a Lajeado. Este fator possibilitou a maior integração da cidade ao espaço regional e, naturalmente, ao território nacional; no nível intraurbano, apresentou-se como um marco na planificação e na expansão urbana.

Em 1973, concluiu-se o trecho asfaltado entre Venâncio Aires e Mariante, que possibilitou a ligação com Porto Alegre, pois a ponte sobre o rio Taquari e a ligação com a estrada da produção já estavam concluídas. Esta estrada, inicialmente

---

<sup>28</sup> Em 1963, foi elaborado no Congresso do IAB (Instituto dos Arquitetos do Brasil) um documento que preconizava uma reforma urbana enfrentando a questão da falta de moradias e de infraestrutura urbanas. Segundo Maricato (2001, p. 85), “O documento resultante do Congresso foi utilizado pelo governo ditatorial de 1964 para elaboração da lei 4.380, de 21/8/64, que criou o BNH – Banco Nacional de Habitação e o SERFHAU – Serviço Federal de Urbanismo”.

chamada RS-3 (hoje RST-287) também previa continuidade para oeste, em direção a Santa Maria, passando por Santa Cruz do Sul; porém, o trecho entre Venâncio Aires e Santa Cruz do Sul só foi concluído em janeiro de 1975.

A RS-11 (hoje RST-453), que permitiu a ligação asfaltada com Lajeado, foi iniciada em 1974, mas concluída somente em 1977. Nesta rodovia, as obras de maior engenho foram a construção da ponte sobre o arroio Castelhana e do aterro sobre sua planície de inundação. Esta última obra causou, inclusive, protestos dos moradores da comunidade de Grão Pará, que afirmavam que o aterro criou um barramento a jusante, ampliando as enchentes naquela localidade.<sup>29</sup>

Com a construção destas estradas estaduais, que passavam distante do centro da cidade, foi preciso definir as artérias de acesso a estas rodovias. Em 1973, na Prefeitura, iniciaram-se os estudos que deveriam culminar em um plano diretor. Este plano diretor nunca foi oficializado, mas o estudo serviu para projetar as vias de acesso. Primeiramente, foi construído o acesso Leopoldina, inaugurado em 1974. O acesso à RS-11 foi concluído em 1978<sup>30</sup>. O modelo rodoviário urbano passou a ser fator de crescimento disperso e de espraiamento da cidade.

É nesta fase que surgiram novos agentes na definição do parcelamento e da incorporação urbana na cidade. Em 1976, instalou-se na cidade a primeira imobiliária, à qual se seguiram várias outras<sup>31</sup>. Em 1979, a Câmara de Vereadores discutiu propostas para o Código Tributário que deveria ser implantado a partir de 1980 para a cobrança do imposto predial e do territorial.

---

<sup>29</sup> Ver, a respeito, na *Folha do Mate*, de Venâncio Aires, os artigos “Aterro da RS11 em Grão Pará é preocupação” (12/03/1975), “Concluída a ponte sobre o arroio Castelhana na RS-11” (30/01 /1976) e “Inauguração da RS-11” (29/01/1977).

<sup>30</sup> Informações obtidas no Arquivo do Jornal *Folha do Mate* do Museu de Venâncio Aires.

<sup>31</sup> *Jornal Folha do Mate*, novembro de 1976.

#### 4.1.3.2 Obras de saneamento

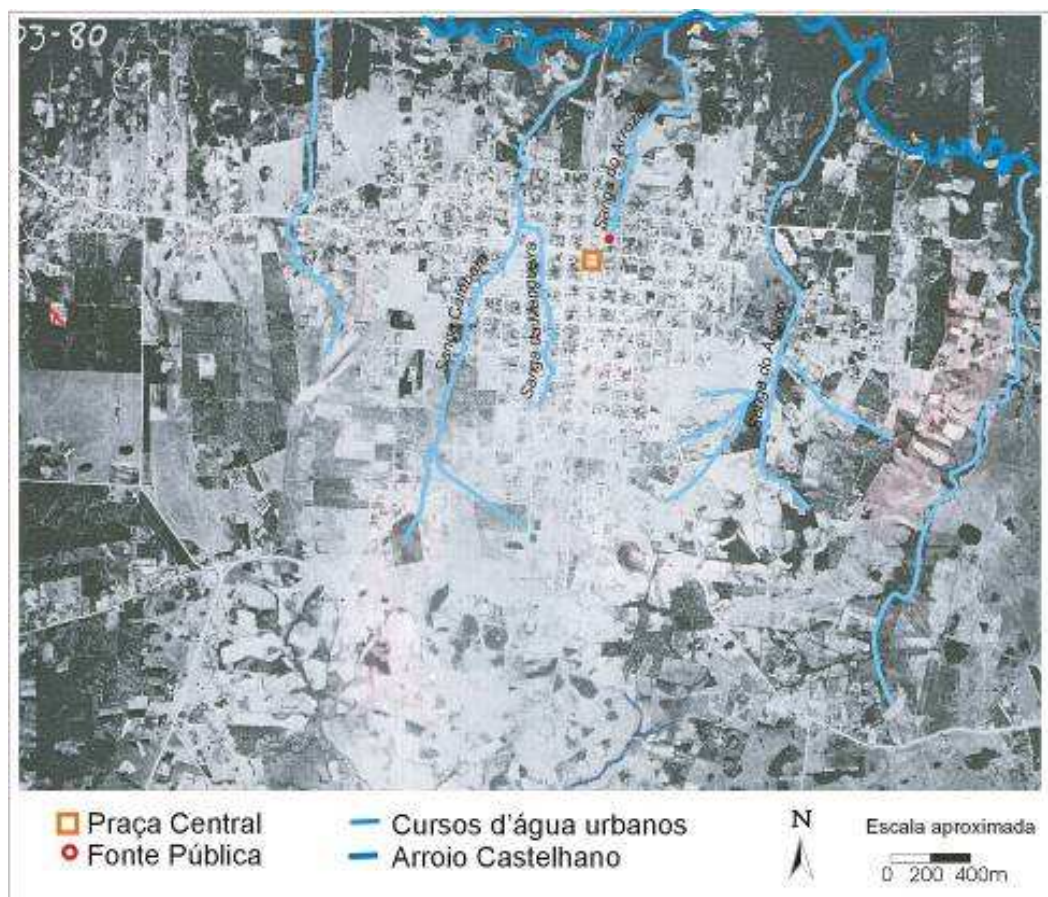
Em Venâncio Aires, no final dos anos 1960, começou a se ampliar o plano em xadrez da cidade, para oeste, para sul e para leste; porém, as sangas ainda eram visíveis na paisagem. Segundo o Sr. Amarino da Silva<sup>32</sup>, até 1969, nenhuma via pública de Venâncio Aires era calçada. Neste ano, começaram as obras de calçamento da rua principal, a Osvaldo Aranha.

Na fotografia aérea da década de 1960 (Fig. 61), foi possível identificar dois dos principais cursos de água urbanos que estavam por desaparecer sob a trama urbana nas décadas seguintes – as sangas da Mangueira e do Cambará - e dois marcos do início do povoamento, a praça central e o local onde inicialmente era a fonte pública. No final dos anos 1960, esta fonte já tinha sido aterrada, assim como o terreno, que deu lugar ao prédio dos Correios e Telégrafos.

---

<sup>32</sup> Entrevista concedida em 08/02/2006





**FIGURA 61 Venâncio Aires - Croqui mostrando os cursos d'água urbanos ainda não canalizados na década de 1960**

Fonte: 1ª DL – Ministério do Exército - Fotografia Aérea (escala aproximada 1:20.000), s.d.

Este período foi marcado pelas obras de saneamento e de drenagem, através da atuação do Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS). O discurso atrelado a esta atuação, que divisava a natureza não-humana como um caos que se deve organizar, com vistas ao "progresso" e ao bem-estar da humanidade, ganhou voz nos meios de comunicação e na administração pública venâncio-aiense no início dos anos 70, como mostra a nota destacada no jornal Folha do Mate, intitulada "Vamos acabar com esta sujeira", onde se lê:

Uma água barrenta, cinzenta, manchada. Por vezes traz consigo pedaços de pano, restos de comida, uma imundície total. Ali está a ameaça. Ali reside o perigo de contaminação da cidade. Outro dia uma chuva forte transborda o córrego, a sujeira sai também se espalhando pelos terrenos baldios, semeando moléstias, contaminações, invadindo residências, causando uma série de transtornos a população. "Vamos acabar com esta sujeira" é a voz geral dos chefes executivos que passaram e passarão pelo governo municipal. Do desejo passamos ao trabalho (FOLHA DO MATE, 3/11/1972).

Através de parceria entre a Prefeitura de Venâncio Aires e o DNOS, que subsidiou boa parte das obras, passaram a ser “ordenados” os principais cursos d’água da área urbana à época: Sanga do Arrozal, Sanga da Mangueira e do Cambará.

Sanga do Arrozal – Atingindo a ala leste, prosseguem as obras de canalização da Sanga do Arrozal, onde a prefeitura, além de desembolsar Cr\$ 150.000,00 tem o encargo de remover a terra e fornecer pedra britada e original. As demais despesas e responsabilidades estão a cargo do DNOS - Departamento Nacional de Obras e Saneamento. A ala leste é banhada pela Sanga do Arrozal a qual, em dias de chuvas, transbordava facilmente, invadindo residências daquela zona numa ameaça constante à população citadina, causando os mais sérios aborrecimentos, exigindo soluções da Prefeitura Municipal. As atuais obras continuam aceleradas, possuindo o canal mais de 1000metros, desembocando no Castelhana. No momento a obra se encontra na altura da General Osório.

Obra do Arroio Mangueira – Atingindo a ala oeste, uma das mais próximas sangas da cidade, o arroio Mangueira está quase concluída. Faltam apenas 140metros em sua cabeceira, bem próxima à rodovia que segue a Santa Cruz do Sul, na saída da cidade e 100m no final da rua Reinaldo Schmaedecke onde a sanga dobra a esquerda para desembocar no arroio Cambará. Segundo informações da prefeitura Municipal esta obra não foi ainda concluída pela empreiteira sendo responsabilidade total do DNOS. A obra veio resolver um dos mais terríveis problemas da cidade, pois passava em zona bastante habitada; quando alagava, as águas permaneciam por muitos dias, dada a região baixa, numa fossa de criação de mosquitos e mais terríveis sujeiras e perigos à população.

Cambará uma terceira obra – Na ala oeste outra obra futuramente. O DNOS já pediu para que fosse feito o levantamento topográfico do arroio e da região. Os transbordamentos causaram também o abandono de residências por parte dos moradores da Vila Gressler, próximo a Fumossul. O problema foi caracterizado uma vez no final de semana passada, quando as chuvas de dois dias acabaram transbordando o arroio Cambará e este invadiu residências daquela zona. O prefeito municipal, Alfredo Scherer, nos fornecendo detalhes destas sangas, nos disse que para a citada obra já estão consignados em orçamento para 1973, Cr\$100.000,00. (FOLHA DO MATE, 3/11/1972).

As obras de ordenamento destes cursos d’água (retalinização, canalização e concretagem) perduraram por toda a década de 1970 e pelo início dos anos 1980.

Com a mesma perspectiva de intervenção na hidrografia local, acreditando-se que, assim, se poderia criar uma cidade ideal, sem inundações em longo prazo, é que, desde a década de 1970, foi proposta a canalização do arroio Castelhana, como já exposto anteriormente. O movimento que legitimou a obra iniciou logo após

a enchente de 23 de março de 1974, que inundou muito rapidamente a área mais baixa da cidade, causando inúmeros prejuízos.

Nos anos 1980, iniciaram-se as obras de canalização do arroio Castelhana pelo DNOS, que se estenderam até a década de 1990. Com a interferência, pretendia-se solucionar o problema das inundações e do uso da várzea.

A expansão urbana, por sua vez, demandou outra infraestrutura básica, que até então era precária em Venâncio Aires: o abastecimento de água. Como comentado em seção anterior, o povoado inicial de Venâncio Aires surgiu em torno de um poço natural de água. À medida que o povoado foi crescendo, novos poços de abastecimento foram sendo abertos. Esta lógica continuou predominando, quando a Companhia Riograndense de Saneamento encampou o serviço. À medida que a cidade crescia, novos poços eram perfurados, novos reservatórios eram construídos, a rede de abastecimento de água se ampliava<sup>33</sup>, e bairros que se instalaram na década de 1970, como Coronel Brito, Macedo, Xangri-lá, Vila Gressler e parte do Campo da Aviação, passaram a ser abastecidos. Na década de 1980, porém, a quantidade de água produzida pelos poços não era mais suficiente para a população e para as atividades industriais crescentes na cidade. Assim, no verão, diante de qualquer estiagem, as áreas mais altas da cidade ficavam sem abastecimento<sup>34</sup>. Uma melhoria significativa destas condições só foi obtida com obras iniciadas em 1990 (barramento no canal do Castelhana, captação de água do arroio, construção de estações de tratamento provisório) e finalizadas em 2001, com a instalação de uma nova estação de tratamento no Bairro Morsch, que aumentou a capacidade de abastecimento de 1.450 litros para 2.450 litros<sup>35</sup>. Assim, a partir daí, além de captar água dos inúmeros poços tubulares profundos, a CORSAN também captava e tratava a água do arroio Castelhana.

A necessidade de infraestrutura básica (água, sistema viário) foi fundamental na reestruturação industrial comandada pelo setor fumageiro. Silveira (2007) considera que, nas cidades de Venâncio Aires e de Santa Cruz do Sul, o poder do setor fumageiro direciona, muitas vezes, os investimentos em infraestrutura:

---

<sup>33</sup> Ver, a respeito, na Folha do Mate, os artigos “Corsan é você” (14/07/1976) e “29 km de rede de água para Venâncio Aires” (25/08/1978)

<sup>34</sup> Ver, a respeito, na Folha do Mate, o artigo “Falta de água – rotina de verão” (9/01/1985)

<sup>35</sup> Ver, a respeito, na Folha do Mate, o artigo “Estação de tratamento está abastecendo toda a cidade” (2/11/2001)

A hegemonia do setor fumageiro na geração de empregos e de receita para esses municípios através do recolhimento de impostos sobre a comercialização e a exportação do fumo beneficiado e do cigarro dotava-o de razoável força política junto ao poder público municipal, muitas vezes condicionando e direcionando as ações e as inversões dos recursos públicos no sentido de obter uma configuração espacial adequada ao desenvolvimento e à reprodução das condições de produção (SILVEIRA, 2007, p.297)

#### 4.1.3.3 Industrialização ampliada

O que marca a paisagem urbana, principalmente, a partir da década de 1980, são os grandes prédios fabris para beneficiamento de fumo em diferentes bairros da cidade. Venâncio Aires, juntamente com Santa Cruz do Sul e com Vera Cruz, forma o estratégico tripé do beneficiamento industrial do fumo na Região do Vale do Rio Pardo. Foram incorporados a esse território inúmeros e modernos objetos técnicos e sistemas técnico-científico-informacionais demandados e úteis, principalmente, à reprodução do capital internacional agrofumageiro (Silveira e Herrmann, 2001, p. 252).

Em 1979, duas indústrias calçadistas se instalaram em Venâncio Aires, Strassburger e Wolf Porcher, empregando, em média, 400 pessoas. Em 1982, a empresa de calçados Dilly estabeleceu uma unidade na cidade. No final de 1983, foi inaugurado o novo terminal rodoviário. Neste mesmo ano, a empresa beneficiadora de fumo Rio Grande Tabacos inaugurou novo maquinário, a indústria de Calçados Orquídea construiu pavilhões com 15.000m<sup>2</sup>, a indústria de calçados Schäffer/Porcher e Cia Ltda instalou-se na cidade, e, no ano seguinte, a empresa Musa Calçados abriu nova fábrica. Em 1984, a Rio Grande Tabacos passou a se chamar Fumossul, completando 53.256m<sup>2</sup> construídos.

No início do ano de 1988, foi inaugurado um novo hotel, o Artus Palace Hotel. Neste mesmo ano, entre as cem empresas de maior faturamento, destacaram-se: Tabasa Tabacos S/A, Fumossul S/A, Rio Grande Tabaco S/A, Industrial do Mate Ltda, Musa Calçados, Curtume Closs S/A, Strassburger S/A, Finomate – Indústria Ervateira Ltda, Supermercados Avelino Ltda, Calçados Orquídea Ltda, Tecidos e Confecções América, Metalúrgica VENAN Ltda.

Em 1989, o município de Venâncio Aires passou da 117<sup>o</sup> posição entre os municípios mais economicamente desenvolvidos do país para a 84<sup>o</sup>. Segundo o jornal Folha do Mate (19/01/1989), o crescimento de Venâncio Aires nesta pesquisa deve-se, em grande parte, à grande expansão industrial verificada na década de 1980. Primeiramente, a indústria fumageira contribuiu para o aumento do faturamento, mas, em meados dos anos 1980, o incremento veio com o grande faturamento da indústria calçadista.

Neste período, a intervenção humana na cidade, bem como no seu entorno mais próximo, foi muito intensa. As transformações se deram, ao mesmo tempo, nas vias e meios de transporte e de comunicação, na estrutura produtiva e também nos hábitos de consumo, na forma de intercâmbio, nas relações de trabalho, na monetarização, nas formas de controle, etc, com efeitos cumulativos e acelerados sobre todos os processos de mudança; ao mesmo tempo, os desequilíbrios instalados tornaram-se mais profundos. Mesmo que as novas relações tenham alcançado apenas parcelas reduzidas da economia e do território e incidido de forma incompleta sobre a sociedade, elas induziram transformações fundamentais no conjunto (SANTOS 2002, p. 251).

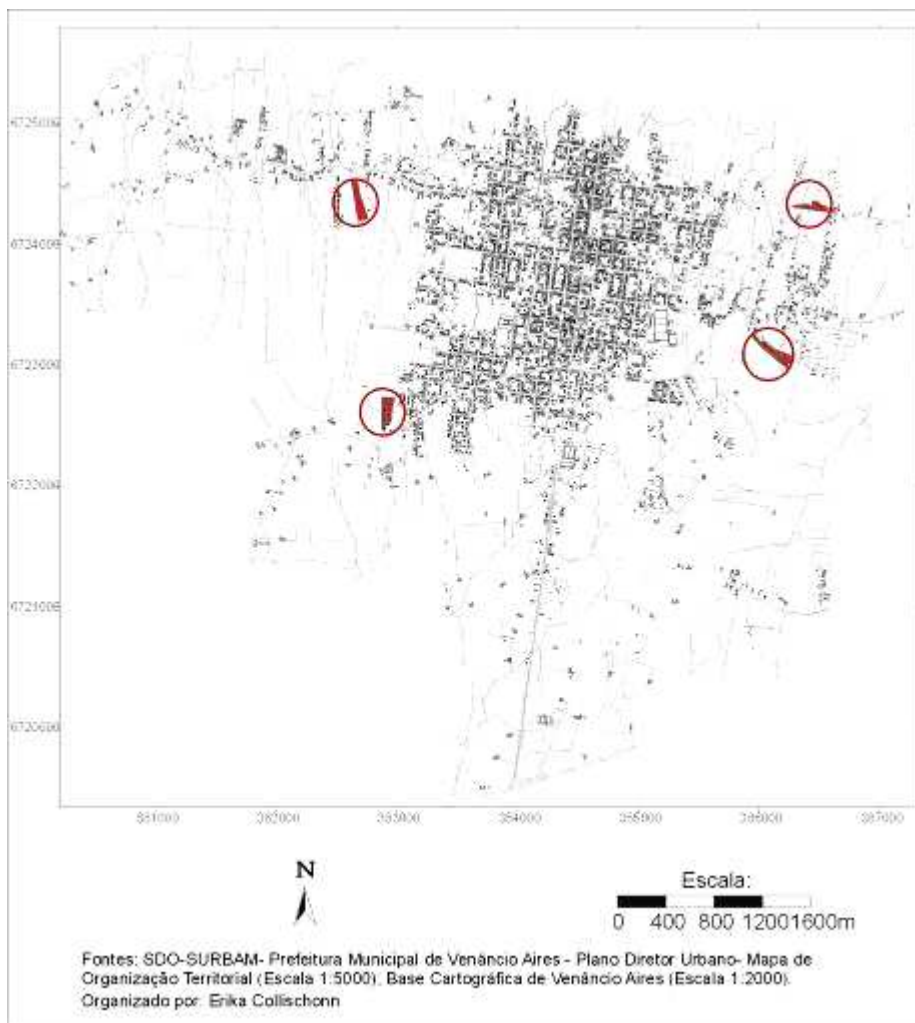
#### 4.1.3.4 Déficit habitacional crescente

Em 1970, Venâncio Aires era uma cidade de apenas 9.977 habitantes, ao passo que, em 1995, foram contadas 32.036 pessoas; portanto, em 25 anos, a população que se aglomera no espaço urbano triplicou. Os anos 1970 e o início dos anos 1980 foram de grande crescimento da oferta de empregos na cidade; mesmo assim, o déficit de residências se tornou uma realidade no fim da década de 1980.

Dois dos principais problemas da falta de moradia em Venâncio Aires: primeiro, o setor habitacional não acompanhou a evolução industrial do município e com a chegada de novos trabalhadores começou a faltar casa; segundo, a falta de moradia e a inflação elevaram o preço do aluguel, inviabilizando a moradia para as famílias de baixa renda. Hoje, mais de mil famílias estão cadastradas na Secretaria Municipal de Habitação, Trabalho e Bem Estar Social, aguardando uma solução aos pedidos de casa e o município não consegue desenvolver os projetos habitacionais para minimizar os problemas por falta de recursos. [...] No projeto Vila Sete de Setembro só tem direito a uma casa neste projeto de mutirão habitacional que o município desenvolve, quem recebe até três salários mínimos com carteira assinada no mínimo há quatro anos e quem reside há mais de quatro anos no município. [...] O Secretário Municipal João Hinterholz teme problemas muito graves no setor de habitação em Venâncio Aires em pouco tempo, caso não forem encontradas soluções imediatas. João teme o surgimento e novas favelas e de um cinturão de miséria em volta da cidade (Folha do Mate, 28/11/1989).

O processo se agravou mais, quando o processamento industrial passou a não demandar mais o mesmo contingente de mão-de-obra, com as fusões entre corporações transnacionais. Além disso, com a progressiva automação e informatização de tarefas e de processos no âmbito do processamento do fumo, reduziram-se, paulatinamente, as necessidades de mão-de-obra.

O mapa de organização territorial do plano diretor urbano de 1982 (Fig. 62), realizado pelos técnicos da SDO/SURBAM, destaca quatro áreas de sub-habitação na periferia urbana.



**FIGURA 62 - Venâncio Aires - Áreas de sub-habitação (1982)**

Em 1985, um grupo de sem-teto invadiu e ocupou área do Campo da Aviação - área que pertencia ao Governo do Estado. Apesar de ter sido uma ação política<sup>36</sup>, ela mostra que a falta de habitação já era uma realidade em Venâncio Aires. As famílias que invadiram a área foram depois transferidas para o final da Rua 7 de Setembro, onde, em uma área pertencente ao município, a Prefeitura, em uma tentativa de aliviar as tensões, permitia que os sem-teto construíssem suas casas. No mesmo ano, o executivo municipal propôs um projeto de construção de casas populares em mutirão na mesma área, obra em grande parte financiada pela própria Prefeitura (Fig. 63). Diante desta intervenção dos poderes públicos na Vila Sete de Setembro, começaram a apresentar publicamente suas reivindicações por melhorias

<sup>36</sup> Há indícios de que os sem-teto foram orientados a invadir e ocupar a área pelo poder público local, que queria negociar esta área com o Governo do Estado (Folha do Mate, 13/03/1985).

outras vilas e bairros de baixa renda, tais como: Cruzeiro, Macedo, Bom Jesus, Vila Rica, Caída do Céu, Freeze, Aviação e Coronel Brito.



**FIGURA 63 Loteamento 7 de Setembro (Vila Battisti), na planície de inundação do Arroio Castelhana.**

Fonte: Gazeta do Sul, 21/10/1988.

Em função da desaceleração da economia brasileira nos anos 1980, as ações intervencionistas e de financiamento por parte da União foram diminuindo progressivamente. Além disso, a Constituição de 1988 deu maior autonomia financeira aos municípios. Porém, a abertura econômica do país na década de 90 aumentou a vulnerabilidade externa do país, reduzindo ainda mais a capacidade de gastos federais, já restrita devido à “Crise da Dívida”, e, por conseguinte, os investimentos públicos tiveram de ser contidos para acomodar o crescente rombo da conta de juros internos e externos. Como observa Cano (2000, p. 295)



“É fato que a Constituição de 1988 proporcionou nova redistribuição da receita tributária, ampliando os recursos para os governos estaduais e municipais, mas também lhes transferindo parte dos serviços públicos até então exercidos pelo governo federal. [...] Fez-se à redistribuição, mas os impostos redistributivos (IPI e IR), a partir daí tiveram seu crescimento relativamente contido, ao mesmo tempo em que os demais impostos federais (antigos e novos) e as contribuições cresceram mais do que o dobro do aumento daqueles, anulando, na prática, as novas proporções constitucionais. Isto, mais a transferência de encargos federais, ampliou o rombo das finanças públicas estaduais e municipais, ampliando seus déficits e suas dívidas públicas.”

Este fato parece ser um fator a mais a explicar por que, a partir da década de 1990, começaram a se agravar, em cidades de pequeno e médio porte, as questões sociais e os problemas urbanos de toda sorte, mesmo em municípios que aumentaram sua arrecadação em função do aumento do número de indústrias que neles se instalaram.

Em Venâncio Aires, no entanto, o que se percebe mais claramente a partir desta década são, basicamente, resultados do que Milton Santos (1996) chamou de urbanização corporativa, ou seja, aquela empreendida sob o comando de grandes firmas, em que os investimentos públicos se voltam mais para equipar a cidade, prioritariamente, para o serviço dessas empresas hegemônicas, em detrimento dos gastos sociais. O que interessa às demais empresas e ao grosso da população é, praticamente, o residual na elaboração dos orçamentos públicos. Esta lógica obedece à mais estrita racionalidade capitalista, em nome do produto nacional, da capacidade de exportação. As empresas instaladas necessitam ampliar os meios de produção, sob a exigência contínua das novas necessidades que o capitalismo cria. O orçamento urbano não cresce no mesmo ritmo<sup>37</sup>.

Este foi o novo quadro vivido pelos gestores públicos da cidade a partir da década de 1990. Neste contexto, ganharam força as propostas que enfatizavam a

---

<sup>37</sup> Enquanto a União reduziu sua margem de manobras como indutora do desenvolvimento nacional, os poderes locais ampliaram, aos poucos, sua agenda na implementação do desenvolvimento econômico local. Ainda que o poder local tenha tomado medidas importantes, algumas até fundamentais e indispensáveis, é necessário que se relativize sua autonomia na solução de problemas estruturais. Além da frequente ineficácia das ações pontuais, a competição entre cidades, como acontece na atribuição de subsídios à instalação de empresas - guerra fiscal -, é uma ação que acaba favorecendo apenas a esfera privada das grandes corporações e não a esfera pública.

autonomia das cidades e as disputas entre elas para atração de investimentos e por prestígio. Esta nova dinâmica exacerbou a pressão humana sobre os recursos no exíguo espaço formado pela área urbanizada e acelerou a dinâmica dos processos naturais.

Em 1989, a Prefeitura Municipal de Venâncio Aires adquiriu uma área de 52 hectares, a sudeste da cidade, entre a RST-287 e a RST-453, para instalar um distrito industrial, o que se efetivou de fato na década de 1990, com a abertura de ruas, com a divisão de lotes e com a ampliação da rede elétrica e hídrica<sup>38</sup>. Esta área apresentava-se em 2003 com uma ocupação ainda esparsa.

A cidade de Venâncio Aires continuou a atrair população de outros municípios, como mostrou a contagem de população de 1996. Entre os 8.950 chefes de domicílio pesquisados neste ano, 683 não residiam no município em 1981 (IBGE, 2002)<sup>39</sup>. Apesar desta migração continuada, os postos de trabalho não mantiveram a mesma regularidade de crescimento. Em 1990 e 1991, duas unidades de fabricação de calçados, estabelecidas em Venâncio Aires na década anterior, fecharam suas portas. O presidente do Sindicato da Indústria do Calçado à época considerava que o fechamento da fábrica servia de alerta às autoridades municipais, especialmente no que dizia respeito à política de instalação de novas indústrias. Sentenciou o mesmo: *“Temos observado a constante evasão desse tipo de empresa, que vem aqui, explora a nossa mão de obra barata por algum tempo e depois, sem maiores explicações vai embora, jogando os trabalhadores no olho da rua”* (FOLHA DO MATE, 26/02/1991). Em 15 de março de 1991, o jornal Folha do Mate noticiava na capa: *“Desemprego – a disputa é grande por uma vaga que surge”*.

---

<sup>38</sup> Ver, a respeito, na Folha do Mate, os artigos “Prefeito compra área para o distrito industrial” (28/07/1989), “Máquinas da Prefeitura começam a abrir ruas do Distrito Industrial” (10/01/1992) e “Inaugurado novo transformador de 25MVA na Subestação da CEE em Ponte Queimada” (8/05/1992)

<sup>39</sup> Não há dados para definir o número de chefes de família que possam ter deixado o município neste mesmo período.

Agricultores em dificuldade para garantir a reprodução social do conjunto da família, bem como trabalhadores desempregados em cidades menores, puseram-se em movimento, buscando melhorar sua condição social através da busca de trabalho temporário no período do processamento da safra do tabaco, ou mesmo de emprego na indústria da construção civil ou no setor comercial. Como reflexo, a cidade de Venâncio Aires, diante da inexistência de emprego pleno, da má distribuição de renda e da crescente especulação imobiliária, tem experimentado um processo de urbanização caracterizado pelo aumento da exclusão social, da informalidade, da violência urbana, da invasão de áreas verdes, de áreas públicas e de áreas particulares, e da segregação urbana. No censo de 2000, Venâncio Aires apresentava baixos índices de pobreza, de indigência e de analfabetismo, se comparado à maior parte dos municípios da região, e taxas médias de mortalidade infantil, atestando uma melhor condição de vida de sua população. Porém, somando-se o percentual de indigentes e de pobres em Venâncio Aires e calculando-o em relação a sua população total, chega-se a um contingente de 13.220 pessoas que viviam abaixo da linha da pobreza. A grande maioria dessas pessoas eram trabalhadores temporários da indústria fumageira e subempregados na economia informal, além de serem moradores das vilas irregulares que se constituíram no período, na periferia urbana dessa cidade (SILVEIRA, 2008, p. 514 e 522).

Quanto mais os lugares se mundializam, mais se tornam singulares e específicos, isto é, "únicos". Isto se deve à especialização desenfreada dos elementos do espaço – homens, firmas, instituições, meio ambiente –, à dissociação sempre crescente dos processos e subprocessos necessários a uma maior acumulação de capital, à multiplicação das ações que fazem do espaço um campo de forças multidirecionais e multicomplexas, onde cada lugar é extremamente distinto do outro, mas também claramente ligado a todos os demais. (Santos, 1997, p. 34)

Nos primeiros anos do século XXI, os governantes locais passaram a incorporar plenamente em seus discursos a ideia de “cidade corporativa” que necessita se instrumentalizar para competir com as demais na disputa por investimentos, tornando-se uma máquina urbana de produzir renda. Essa ideia vem basicamente da Segunda Conferência das Nações Unidas sobre Assentamentos Humanos da ONU, ocorrida em Istambul (Turquia), em 1996, na qual a maioria dos argumentos procurava evidenciar a crescente importância e autonomia das cidades.

Esta é uma realidade válida para as poucas cidades nas quais, segundo Maricato (2001, p. 57), se define o destino do mundo e que comportam elementos como: sedes de grandes corporações empresariais, centros de pesquisa e criação em informática e comunicação, mão-de-obra qualificada, centros universitários, atividades culturais e artísticas de vanguarda, serviços sofisticados, etc. Ainda assim, as consultorias de gestão municipal, com receitas pretensamente capazes de conduzir qualquer cidade ao pódio restrito das cidades globais, estão se disseminando com muita eficiência pelo Brasil, o que vem ocorrendo porque os administradores municipais estão à busca da salvação de suas municipalidades da insolvência promovida pela crise fiscal, do aumento do desemprego e das demandas sociais, da guerra fiscal e da diminuição dos recursos públicos nacionais, decorrentes dos cenários internacionais.

Este conjunto de receitas é chamado de Plano Estratégico<sup>40</sup> em nível local e cumpre o papel de desregular, de privatizar, de fragmentar e de dar ao mercado um espaço absoluto. Segundo Maricato (2001, p. 60), ele foi adotado, inclusive, por muitas municipalidades governadas por partidos de esquerda, principalmente por valorizar em suas diretrizes a participação democrática; no entanto, a participação nesse modelo implica subordinar os interesses de muitos aos interesses hegemônicos: unidade para salvar a cidade e levá-la a uma vitória sobre as demais que competem pelos mesmos investimentos.

Na realidade, esta proposta parecia uma alternativa ao urbanismo modernista praticado nas décadas anteriores, que frequentemente engessou as cidades, dificultando soluções diversificadas e específicas que levassem em conta as potencialidades e as redes comunitárias e sociais locais. Os rumos tomados pelas cidades que o adotaram já demonstram que não se trata de uma alternativa para o conjunto da cidade. Assim, mais uma vez, está-se diante de propostas de planejamento construídas sobre cenários de ficção, descoladas da realidade empírica urbana e regional. Na medida em que precisam vender a cidade oficial, os governos municipais, que tentam atrair novas empresas e ampliar os meios de produção das já instaladas, empregando altos custos de manutenção (com ruas

---

<sup>40</sup> Tem como base o plano estratégico aplicado em Barcelona para a realização dos Jogos Olímpicos de 1992, idealizado pelo urbanista Jordi Borja.

varridas com mais frequência, reposição de sinalização, melhor iluminação pública, maior policiamento, cuidados com praças e jardins), não conseguem mais realizar ações nas áreas mais carentes de infraestrutura, muito menos ações que considerem as bacias hidrográficas na abordagem do planejamento urbano. Os problemas cotidianos vividos pela população apresentam-se, muitas vezes, sob a forma de desestruturas que exigem medidas emergenciais.

Desde o fechamento do BNH, Banco Nacional de Habitação, em 1986, o governo brasileiro não tinha mais apresentado um desenho consistente da política habitacional<sup>41</sup>. A condição urbanística, em função desse descaso, deteriorou-se muito. Alguns municípios tomaram iniciativas próprias, como também foi o caso de Venâncio Aires, mas estas aliviaram pouco a pressão sobre o uso inadequado do solo e as necessidades sociais.

Um novo instrumento urbanístico começou a ser desenhado a partir do Estatuto da Cidade, em 2001, chamado de Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS). Estas resultam da luta dos assentamentos não regulares pela não remoção, pela melhoria das condições urbanísticas e pela regularização fundiária. Em Venâncio Aires, são porções do território destinadas à população com renda familiar mensal limitada a cinco salários mínimos, com, no máximo, um banheiro por unidade habitacional e uma vaga de estacionamento para cada duas unidades habitacionais (PREFEITURA MUNICIPAL DE VENÂNCIO AIRES, 2006).

O plano diretor de 2006 apresenta em um mapa as áreas já definidas como ZEIS, cinco ao todo (Fig. 64), bem como possibilita a criação de novas ZEIS, desde que atendidas determinadas normas.

---

<sup>41</sup> Em agosto de 2007, o Governo Federal, por meio da Secretaria Nacional de Habitação, iniciou a elaboração do Plano Nacional de Habitação - PlanHab, etapa essencial de implantação e de consolidação da política nacional de habitação. O PlanHab deverá orientar o planejamento das ações públicas e privadas com o objetivo de melhor direcionar os recursos existentes e aqueles a serem mobilizados para o enfrentamento das necessidades habitacionais do país. <<http://www.cidades.gov.br>>



**FIGURA 64 Cidade de Venâncio Aires – Localização das ZEIS e de anel viário proposto em 2006**

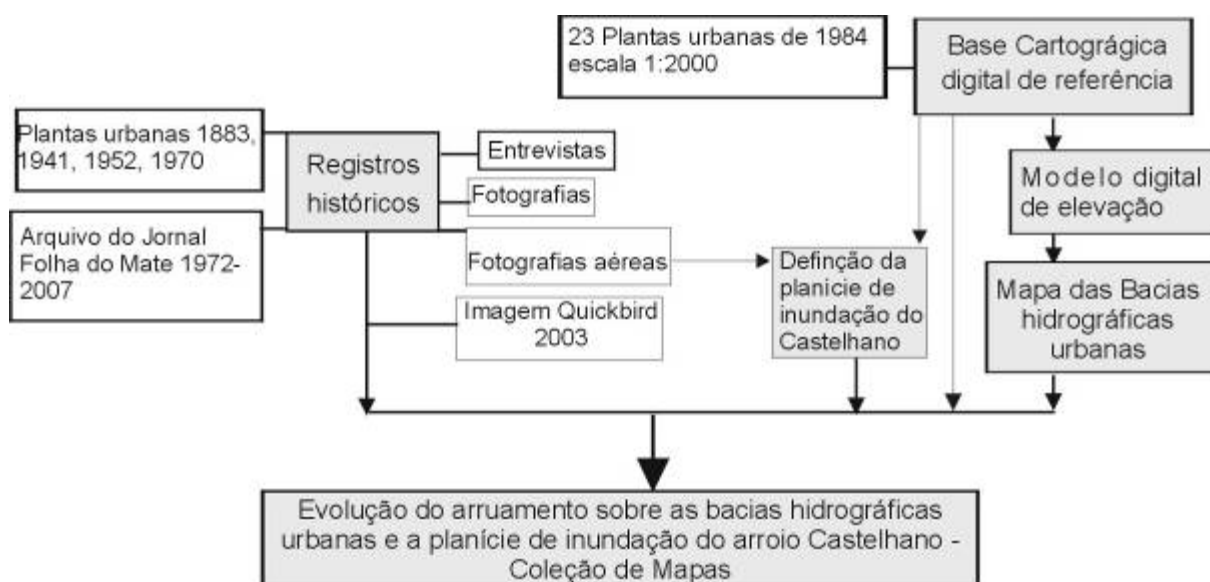
Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE VENÂNCIO AIRES. Plano Diretor Municipal de Venâncio Aires, Lei complementar nº 007, de 04 de outubro de 2006.

O desafio desta nova proposta de parcelamento do solo na cidade, baseada na função social da propriedade e da cidade, está em não ampliar a população em áreas com risco de inundações, como se discutirá na última seção deste capítulo.

## 4.2 URBANIZAÇÃO E OCUPAÇÃO DE SUB-BACIAS

Nesta parte, apresenta-se a sequência de procedimentos metodológicos que permitiram o mapeamento da rede de drenagem original e das bacias hidrográficas urbanas e o mapeamento da evolução do arruamento e da ocupação urbana de Venâncio Aires sobre elas em seis diferentes datas: 1883, 1941, 1952, 1965, 1984 e 2003.

As bases de dados e os procedimentos realizados estão ilustrados no roteiro metodológico (Fig. 65) e serão descritos na sequência.



**FIGURA 65 Fluxograma para mapeamento da evolução do arruamento em Venâncio Aires sobre as bacias hidrográficas**

O procedimento metodológico utilizado foi o de sobreposição de planos de informação, potencializado pelos sistemas de informações geográficas. Para que os planos de informação pudessem ser sobrepostos em SIGs, eles precisaram estar georeferenciados ou serem passíveis de registro espacial. Normalmente, as informações históricas, e mesmo os mapas urbanos, não tem referência espacial definida. Este é um processo que precisa ser realizado com base em alguma base cartográfica confiável.

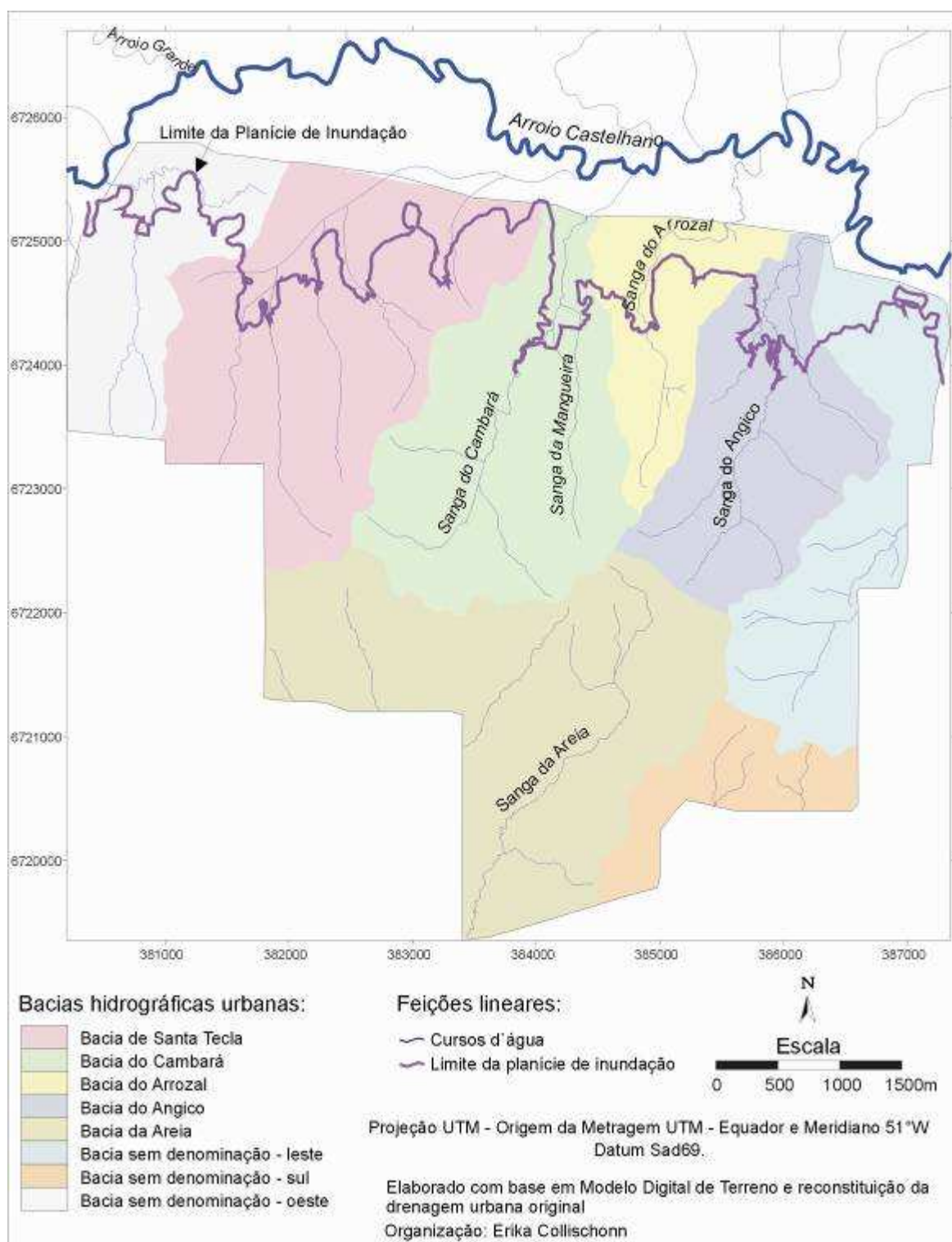
No Laboratório de Geoprocessamento da Universidade de Santa Cruz do Sul, tinham sido digitalizadas, via mesa, todas as 23 folhas da Planta Urbana de Venâncio Aires, em escala 1:2.000, resultantes de levantamento aerofotogramétrico de 1984 (projeção UTM22s – Datum SAD69). A base cartográfica digital constituída continha vários planos de informação: arruamento, prédios, lotes, curvas de nível, cursos d'água (onde aparentes), açudes, cultivos e florestas. Esta base, que abrangia, com curvas de nível e com características de uso do solo, uma extensão um pouco maior que a do arruamento, serviu de base para novos planos de informação e para amarrar, em termos de referência espacial, os dados históricos.

#### **4.2.1 Definição das sub-bacias hidrográficas na área urbana de Venâncio Aires**

A partir do plano de informação de altimetria, que continha as curvas de nível de metro em metro, foi elaborado um modelo digital de elevação (MNT). Infelizmente, este modelo não alcança o arroio Castelhana, curso d'água principal que limita a cidade a norte. Este modelo de elevação serviu para definir as bacias hidrográficas urbanas. O programa *IDRISI*, no qual foi desenvolvida esta parte do trabalho, apresenta uma rotina (*Watershed*) que define bacias hidrográficas a partir de uma extensão espacial determinada pelo operador.

Com base no critério de área, foram criadas oito sub-bacias na atual área urbana de Venâncio Aires. Algumas delas são nomeadas, como a do Cambará, do Arrozal, do Angico, do Areia e da Santa Tecla; as demais ainda estão em processo de incorporação ao espaço urbano e ainda não recebem denominação (Fig. 66). Os cursos d'água principais dessas bacias são denominados sangas – termo regional usado para designar um pequeno regato. As bacias cujos cursos principais correm na direção norte-nordeste fazem parte da bacia do arroio Castelhana, ao passo que aquelas cujos cursos principais correm em direção sul-sudoeste fazem parte da bacia do rio Taquari-Mirim. Também com base na configuração das curvas de nível e em fotografias aéreas, delimitou-se a planície de inundação do arroio Castelhana, cujo limite sul (definido em roxo nesta mesma figura) encontra-se sobre a área urbana.





**FIGURA 66 Venâncio Aires - Bacias hidrográficas da área urbana**

#### 4.2.2 Ocupação das sub-bacias urbanas

Em algumas destas bacias hidrográficas, como a bacia do Arrozal e a do Cambará, a maioria das sangas que as drenam não apareciam mais na base cartográfica de 1984, pois a urbanização já as tinha ocultado quase completamente. Assim, foi necessário resgatar documentos antigos (plantas urbanas, fotografias, notícias de jornal) e realizar entrevistas para trazê-las de volta à cena. Destacam-se os seguintes documentos: Planta Urbana de 1883, assinada pelo agrimensor A. A. Villanova (escala 1:2.000); Planta Urbana de 1941, assinada pelo agrimensor José Duarte de Macedo (escala 1:5.000); e Planta Urbana de 1952, assinada pelo agrimensor José Duarte de Macedo (escala 1:5.000). Também foram utilizadas três fotografias aéreas, na escala 1:20.000, da 1ª Divisão de Levantamento do Exército, com data provável de 1965.

Para traçar o arruamento existente nas plantas urbanas antigas, foram utilizados como referência de localização alguns cruzamentos que não se alteraram ao longo do tempo. Depois de amarrados a uma referência espacial definida (UTM22s – Datum SAD69), foi digitalizado o traçado das ruas, assim como o dos cursos de água que os mapas mais atuais não mais continham.

O arruamento atualizado foi obtido a partir da digitalização deste plano de informação sobre uma imagem do satélite *Quickbird*, de 2003, amarrada ao mesmo sistema de referência.

A sequência de mapas mostra a evolução das vias urbanas de Venâncio Aires desde o plano urbano inicial da cidade, definido em 1883, até 2003 (Figs. 67 a 72).

O arruamento inicial de Venâncio Aires apresentava um traçado e um plano urbano centrados no divisor de águas entre a sanga da Mangueira e a sanga do Arrozal e era marcado pelo traçado ortogonal da malha urbana e por uma praça central, em torno da qual se localizavam os prédios administrativos. Este núcleo inicial manteve-se em um conjunto de poucas vias por décadas (Fig. 67).

Na década de 1940, a cidade ainda se restringia ao espaço entre a sanga da Mangueira e a sanga do Arrozal; no entanto, houve uma expansão em três direções:

para norte, sobre a planície de inundação, seguindo o eixo da estrada que ligava a cidade às colônias da outra margem do arroio Castelhana; para sul, entre as estradas que faziam a conexão com Santa Cruz do Sul, a sudoeste, e com Mariante e Porto Alegre, a sudeste; e para oeste, paralelamente à estrada que ligava a cidade às colônias serranas (Fig. 68). Na enchente de 1941, a água alcançou o limite sul da planície de inundação. Este evento parece ter freado o crescimento da cidade para norte durante as próximas duas décadas.

O mapa de 1952 (Fig. 69) superdimensiona a cidade, porque foram aí traçadas todas as ruas que a planta, dividida em zona urbana e suburbana, apresenta. Nesta última zona, porém, constavam na planta tanto as ruas de fato existentes como aquelas que estavam em projeto. Mesmo assim, verifica-se que a Bacia do Arrozal já estava praticamente toda ocupada e que a urbanização estava em franca expansão sobre a bacia do Cambará. A sanga da Mangueira, tributária do arroio Cambará já se encontrava completamente envolta pela cidade.

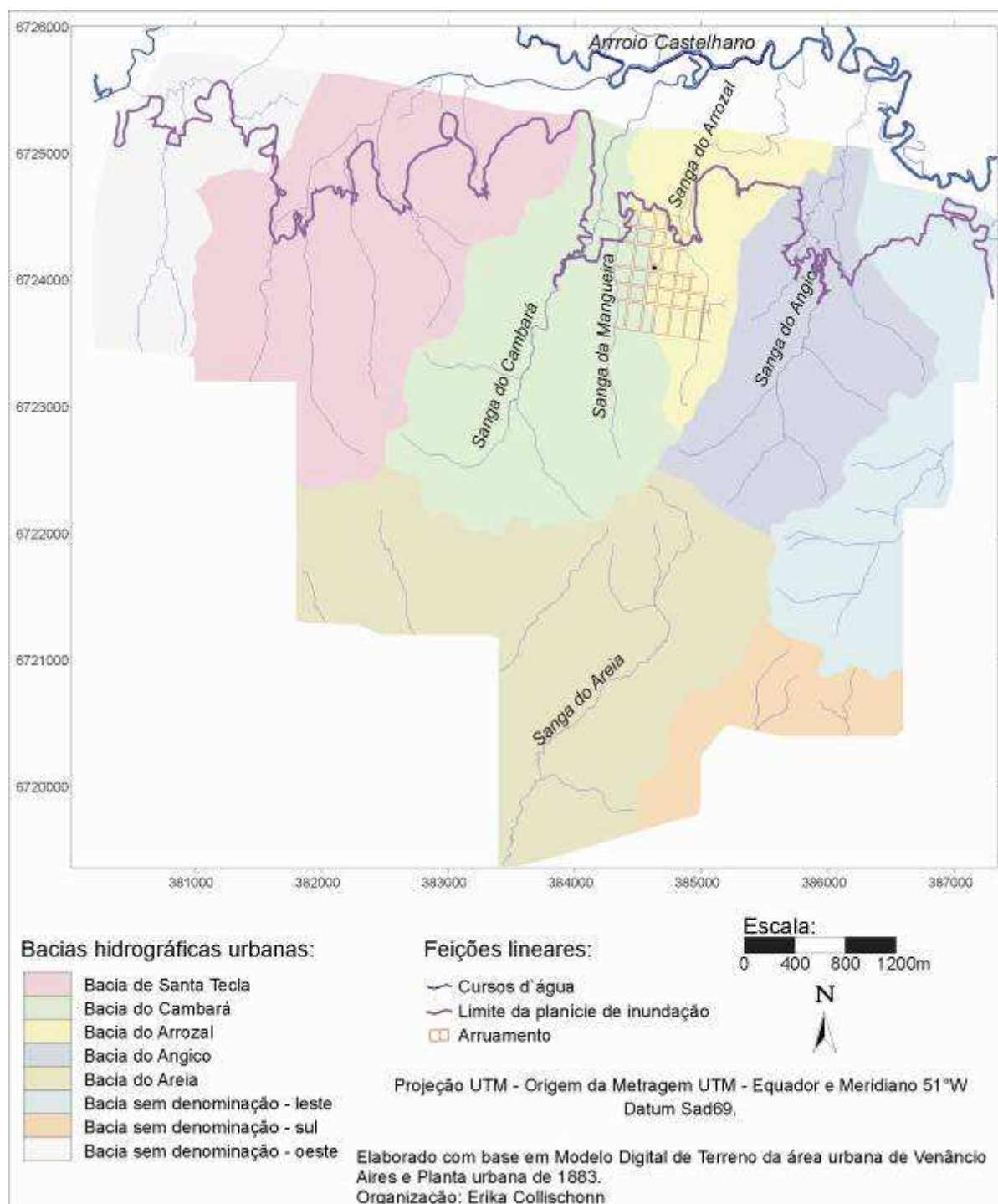
O conjunto de vias da figura não se altera muito nos anos 1950 e 1960, mas a urbanização vai se adensando nas quadras existentes e ao longo das vias de acesso à cidade (Fig. 70).

Na figura 70, constatam-se uma expansão com orientação preferencial oeste-leste e o surgimento de algumas ruas que não seguem o plano ortogonal. Destaca-se também a abertura de vias que passaram a estruturar novos bairros, tanto para leste, sobre a bacia do arroio Angico, como para oeste, sobre a bacia de Santa Tecla, e para sul, sobre a bacia do Arroio Areia.

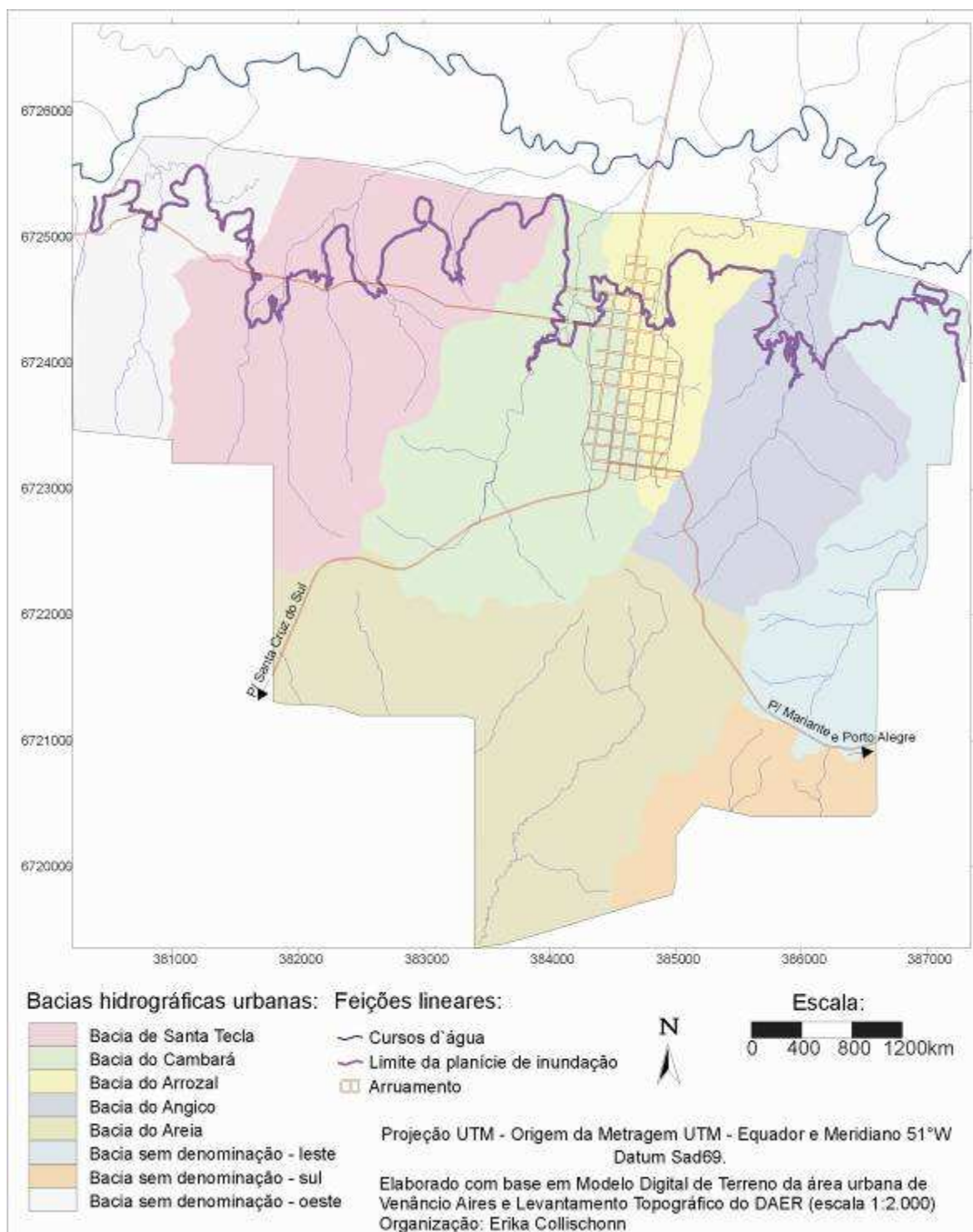
Em 1984, a sanga do Arrozal, a da Mangueira e parte da sanga do Cambará já não eram mais visíveis na paisagem, pois haviam sido canalizadas sob ruas, sob prédios, sob campos de futebol e sob praças. A cidade mudou seus eixos de expansão, em função das rodovias implantadas na década de 1970 e no início dos anos 1980. Assim, observa-se nesta figura que a urbanização se intensificou principalmente para leste, sobre a bacia do Angico. No acesso Leopoldina, construído para conectar o centro diretamente à RST-282, ocorreu um adensamento urbano, somente ao longo deste acesso, pois não havia ainda vias paralelas a ele (Fig. 71).

Nas décadas de 1980 e de 1990, o arroio Castelhana foi retelinizado em vários trechos, inicialmente, em uma parceria do DNOS com a Prefeitura e com o Provárzeas, posteriormente, aos cuidados do poder público local. O poder público e a imprensa local apostavam nesta ação como a panacéia de grande parte dos problemas de inundação. Tanto é que o poder público implantou um loteamento popular dentro da planície de inundação do arroio Castelhana na segunda metade da década de 1980, a leste da RST-453 (Fig. 72).

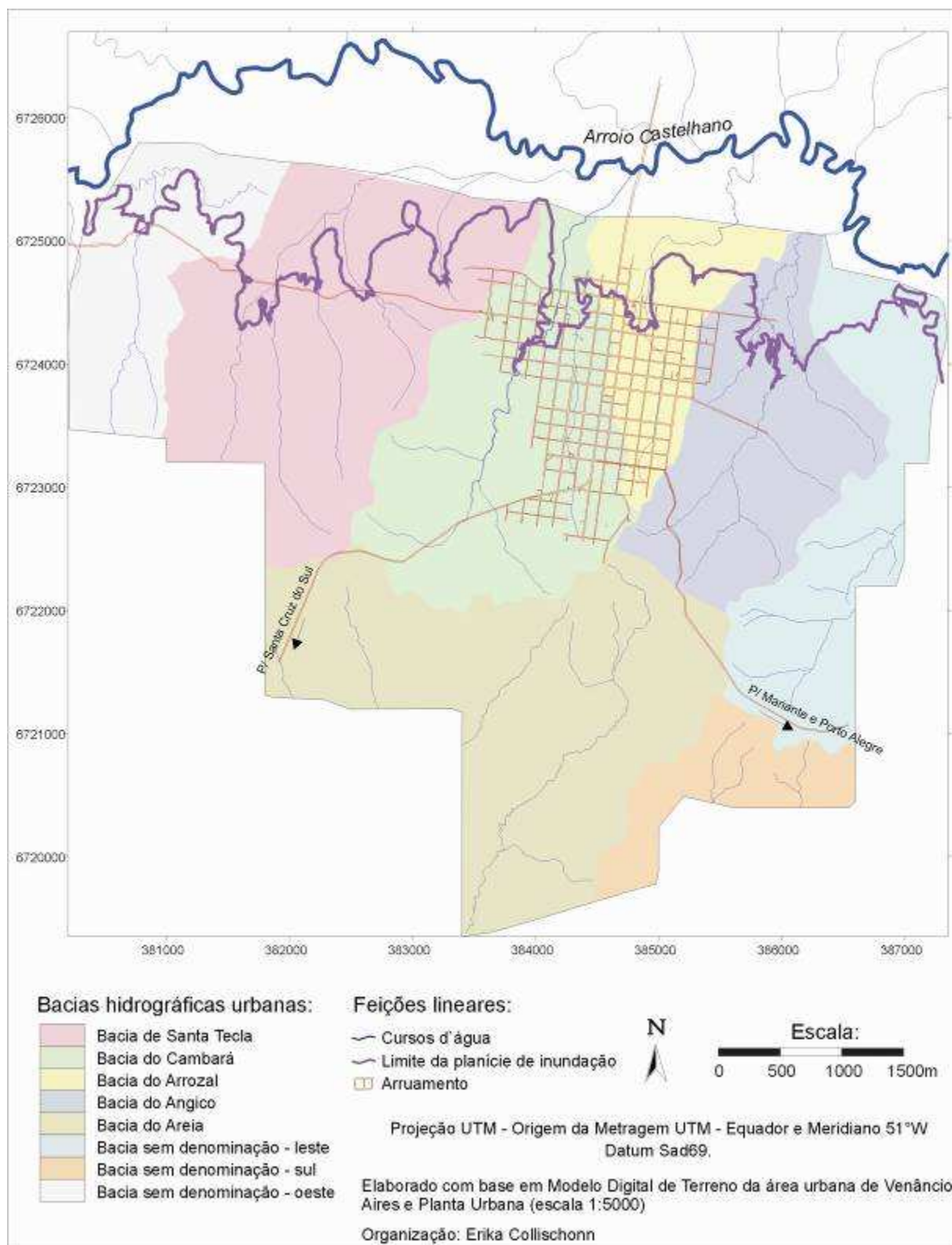
Esse mapeamento exhibe o adensamento urbano sobre a bacia do arroio Angico, sobre a do Cambará e sobre a do Santa Tecla. Exhibe também a abertura de novas vias estruturais para o adensamento urbano na bacia do arroio Areia e na do Santa Tecla, bem como entre a RST-453 e a RST-282, onde foi instalado o Distrito Industrial no fim dos anos 1990. Neste período, também a sanga do Angico foi canalizada e tamponada, o que acabou promovendo o adensamento da ocupação ao longo de suas margens.



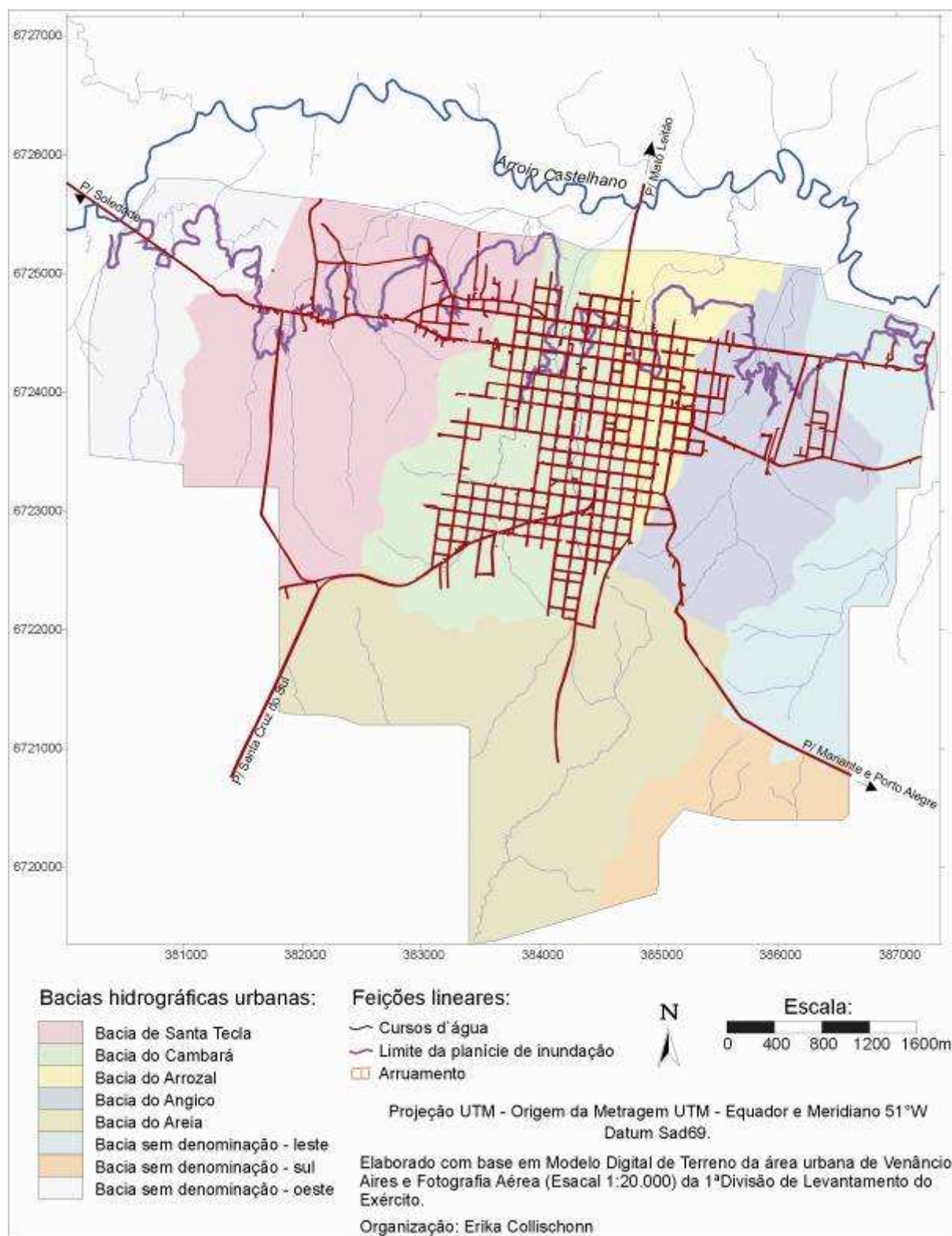
**FIGURA 67 Venâncio Aires - Projeto das ruas sobre mapa de bacias hidrográficas (1883)**



**FIGURA 68 Venâncio Aires - Planta urbana sobre mapa de bacias hidrográficas (1941)**

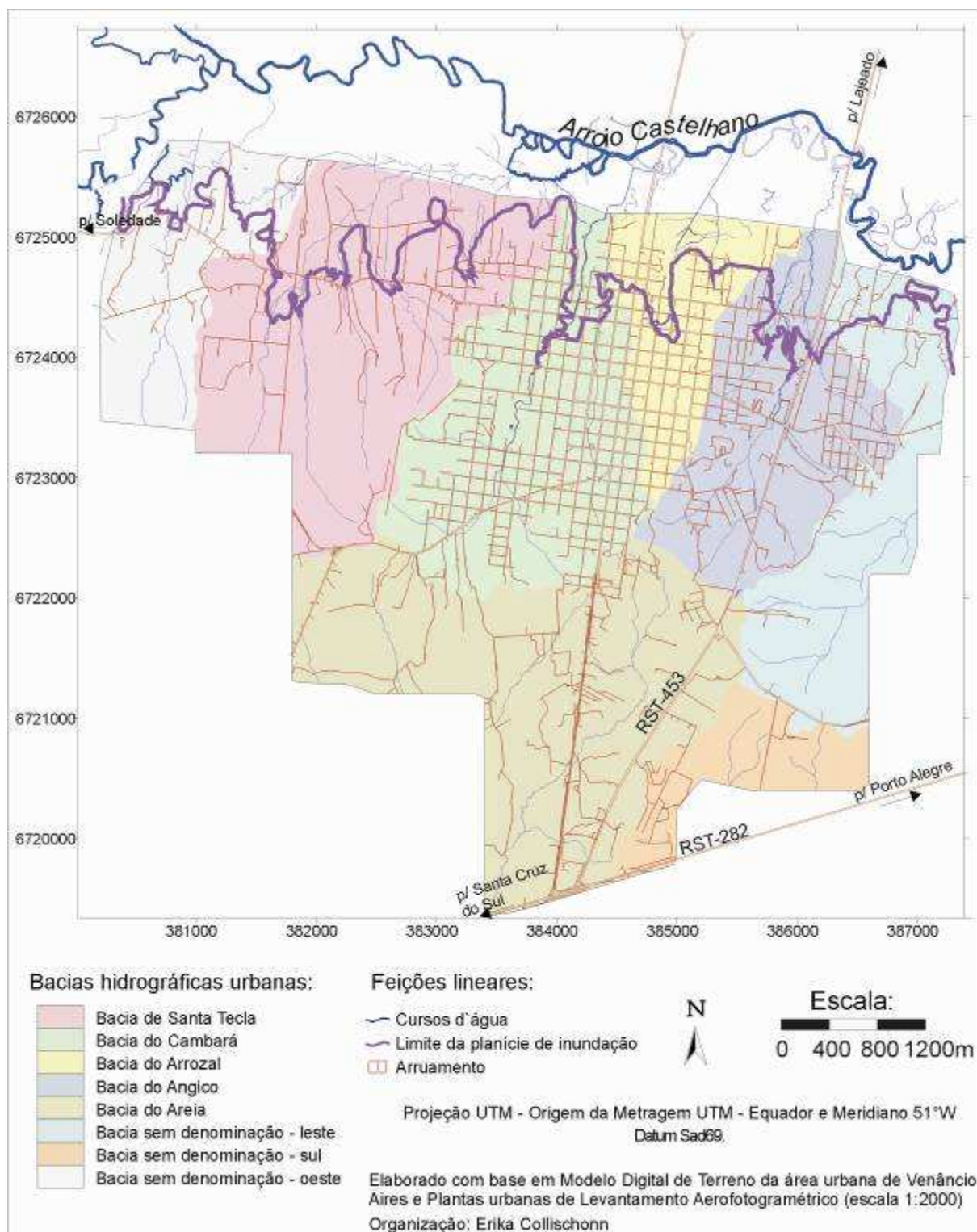


**FIGURA 69 Venâncio Aires – Plano urbano sobre mapa de bacias hidrográficas (1952)**

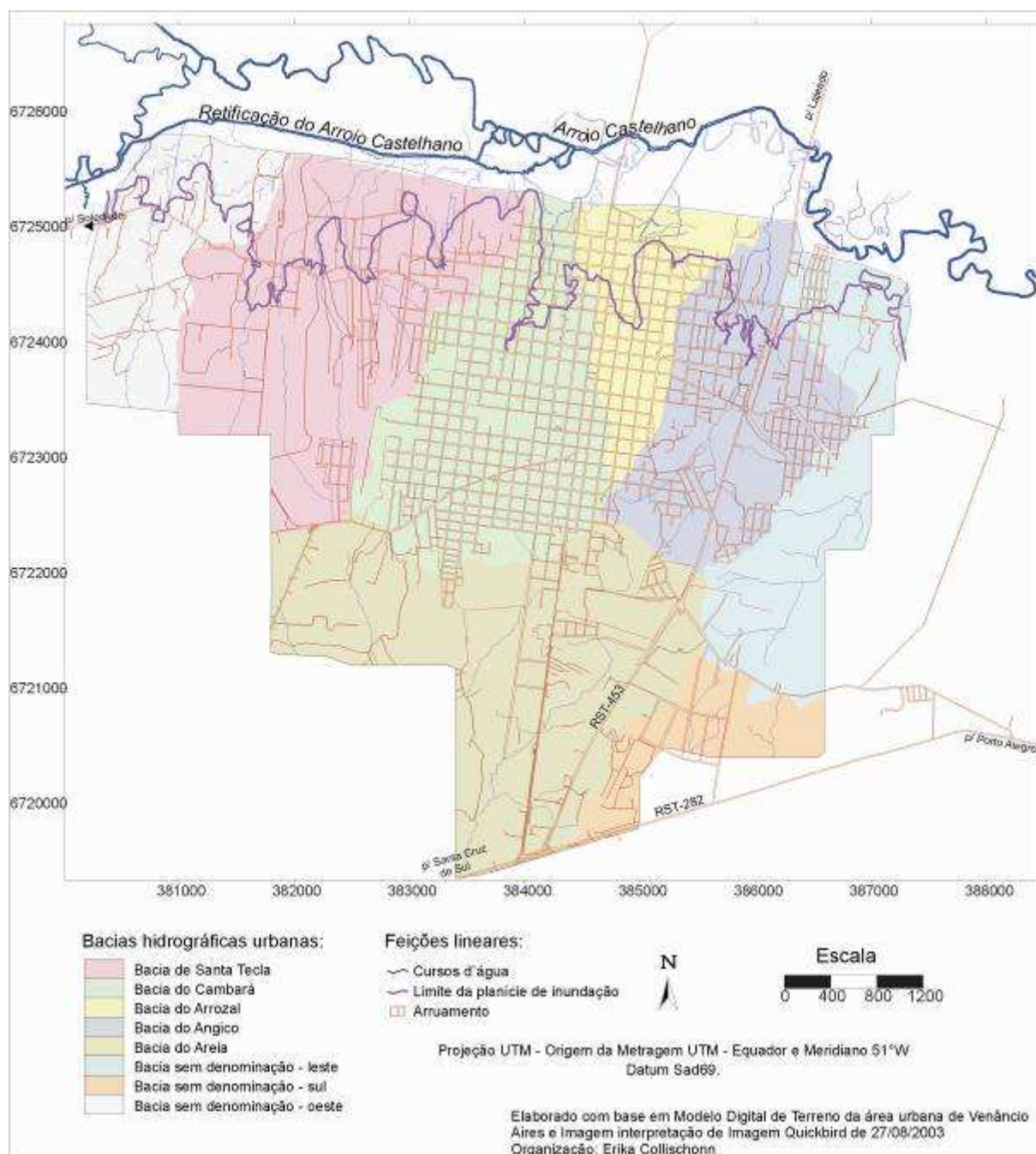


**Figura 70 Venâncio Aires – Planta urbana sobre mapa de bacias hidrográficas (1965)**





**FIGURA 71 Venâncio Aires – Planta urbana sobre mapa de bacias hidrográficas (1984)**



**Figura 72 Venâncio Aires - Planta urbana sobre mapa de bacias hidrográficas (2003)**

### 4.3 DIFERENCIAÇÃO SÓCIO-HABITACIONAL NO ESPAÇO URBANO

Na contemporaneidade, vem se instalando uma situação que Mendonça (2004, p. 188) chamou de paradoxal e desconfortável, qual seja, ao mesmo tempo em que os avanços tecnológicos registram seu mais arrojado desenvolvimento e desempenho, uma parcela cada vez maior da população vivencia uma existência de pobreza e de miséria, destituída de condições mínimas de vida digna e altamente vulnerável às intempéries naturais. Assim, as variáveis relacionadas às condições sócio-econômicas da população passaram a se distribuir no espaço geográfico de forma mais heterogênea; as diferenças estão cada vez mais amplas e espacialmente próximas. É por isso que a produção de indicadores sociais e sua expressão cartográfica vêm sendo objeto de muitos projetos de políticas públicas no Brasil, nos anos recentes. No entanto, nestes estudos, um dos desafios a ser superado é a escala de trabalho, que normalmente se restringe aos municípios como unidade territorial. Nestas categorias, usuais para a análise demográfica, por exemplo, nem sempre se revelam as consequências da deterioração ambiental, sentidas de forma desigual pelos grupos sociais. Para ser efetivo como instrumento de política pública, um indicador deve fazer referência ao espaço do cidadão: seu local de moradia, de trabalho, de lazer. Nas cidades, as diferenciações intraurbanas são crescentes e os indicadores em bases municipais escondem esta variabilidade.

Mesmo em cidades pequenas, a segmentação de grupos sociais está criando ambientes urbanos diferenciados. A captura de indicadores que mostrem com maior fidelidade as diferenciações urbanas passa pela ampliação da resolução espacial de análise, a fim de aproximá-la o máximo possível das realidades imediatas. O monitoramento desta dinâmica é fundamental para a investigação urbana e para a tomada de decisões em termos de gestão territorial.

Deve-se se considerar, no entanto, que, apesar da ampliação da escala, as diferenças nas unidades de análise permanecem, em parte, já que os setores censitários utilizados para medir a vulnerabilidade não correspondem espacialmente às áreas de risco. Além disso, na operacionalização empírica da categoria vulnerabilidade, usando como fonte os resultados do universo do censo demográfico agregados por área (setor censitário), não se está medindo a vulnerabilidade do território, mas sim a da *população* residente naquele território.

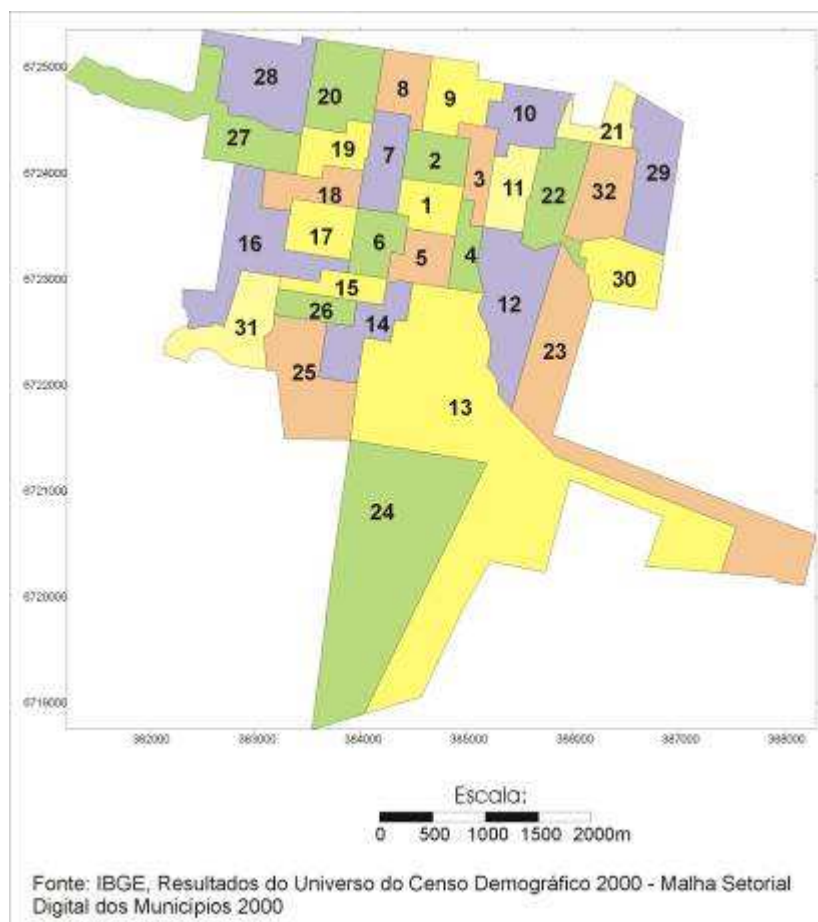
Esta seção tem como objetivo a realização de um diagnóstico da distribuição sócio-habitacional na cidade de Venâncio Aires, tendo como pano de fundo o entendimento do problema ambiental das inundações e de seus impactos nesta cidade. Para a realização deste diagnóstico, foram utilizados os resultados do universo do Censo Demográfico 2000, por setor censitário, e os dados do Cadastro Imobiliário Urbano da Prefeitura Municipal de Venâncio Aires. Para a análise espacial dos dados, foi empregado o software livre Terraview, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, que utiliza uma biblioteca de fonte aberta (TerraLib) que permite o desenvolvimento de ferramentas por seus usuários.

#### **4.3.1 O arranjo das unidades territoriais intraurbanas**

O IBGE, para o censo de 2000, dividiu a cidade de Venâncio Aires em 32 setores censitários (Fig. 73)<sup>42</sup>. Os setores censitários são demarcados pelo IBGE, obedecendo a critérios de operacionalização da coleta de dados. O setor censitário é, portanto, a célula mínima que serve de base à execução do censo e se compõe, na zona urbana, sempre que possível, de um conjunto de quarteirões com limites nítidos. Cada setor, em áreas urbanas, abrange entre 250 e 350 domicílios, compreendendo populações em torno de 1.500 habitantes. Desta forma, o tamanho do setor na representação cartográfica já permite uma inferência sobre a densidade de distribuição da população na cidade; ou seja, setores pequenos representam áreas mais densamente povoadas, e setores grandes, áreas mais esparsamente povoadas.

---

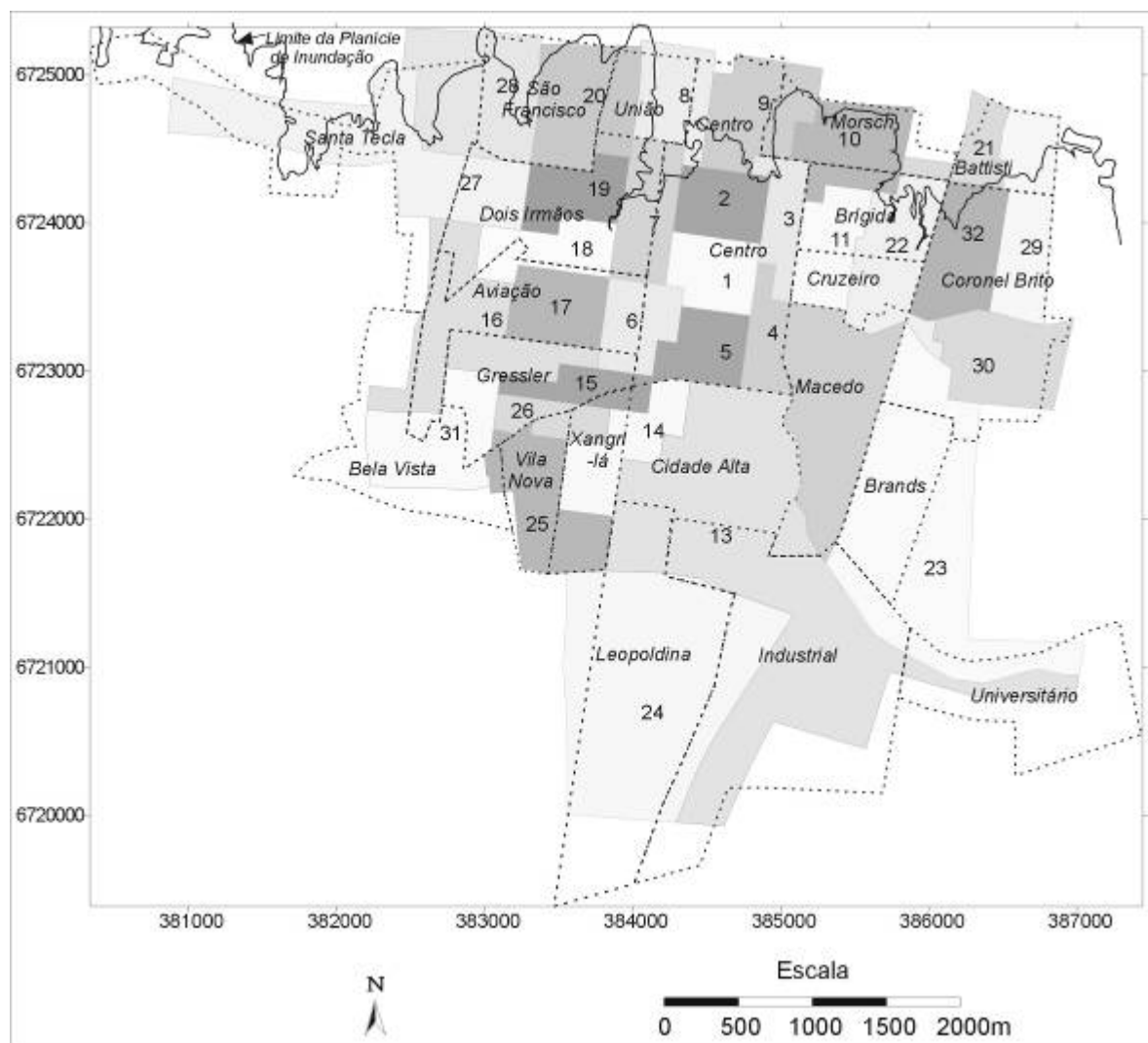
<sup>42</sup> Este mapa, construído a partir da malha cartográfica do IBGE, foi depois ajustado à base cartográfica utilizada no recadastramento urbano, considerando os limites descritivos de cada setor.



**FIGURA 73 Venâncio Aires - Setores censitários da área urbana (2000)**

A densidade demográfica média da área urbana em 2000 era de 863,7 hab/km<sup>2</sup>. A mais alta densidade, de 1.592,2 hab/km<sup>2</sup>, foi registrada no setor 15, e a mais baixa, de 65,8 hab/km<sup>2</sup>, no setor 24, ao sul da cidade, ainda mais esparsamente povoado. Esta densidade de ocupação é baixa, se comparada às áreas centrais de cidades grandes, onde há concentrações maiores que 8.000 hab/km<sup>2</sup>. As áreas ao sul e a oeste da cidade ainda são áreas de baixa densidade de ocupação. As áreas mais densas estão no centro (setores 3 e 4), a oeste, no Bairro Gressler (setores 15 e 26), e a nordeste, no bairro Battisti.

Para se ter uma melhor idéia da localização de cada um dos setores censitários, realizou-se a sobreposição da divisão de bairros que a Secretaria de Planejamento Municipal definiu com as associações de bairro em 2005 e do limite da planície de inundação aos setores censitários (Fig. 74).



**Figura 74 Venâncio Aires - Bairros sobrepostos aos setores censitários**

Ainda que os limites dos bairros e dos setores censitários não coincidam, há uma relativa correspondência (Quadro 1).

**QUADRO 1 Correspondência entre bairros e setores censitários em Venâncio Aires.**

BAIRROS	SETORES
Centro	1, 2, 3, 4, 5 e 9
Morsch	10
União	8
Brígida e Cruzeiro	11, 22
Dois Irmãos	7, 18, 19
Aviação	6, 16 (parte norte) e 17
São Francisco Xavier	20
Santa Tecla	27,28
Gressler	15, 16 (parte sul) e 26
Bela Vista	31
Cidade Nova	25
Xangri-lá	14
Vila Nova	25
Cidade Alta	13 (parte a oeste da RST 453)
Leopoldina	24
Industrial	13 (parte a leste da RST 453)
Macedo	12
Brands	23
Coronel Brito	29 (parte sul), 30 e 32
Battisti	21 e 29 (parte norte)
Universitário	13 e 23

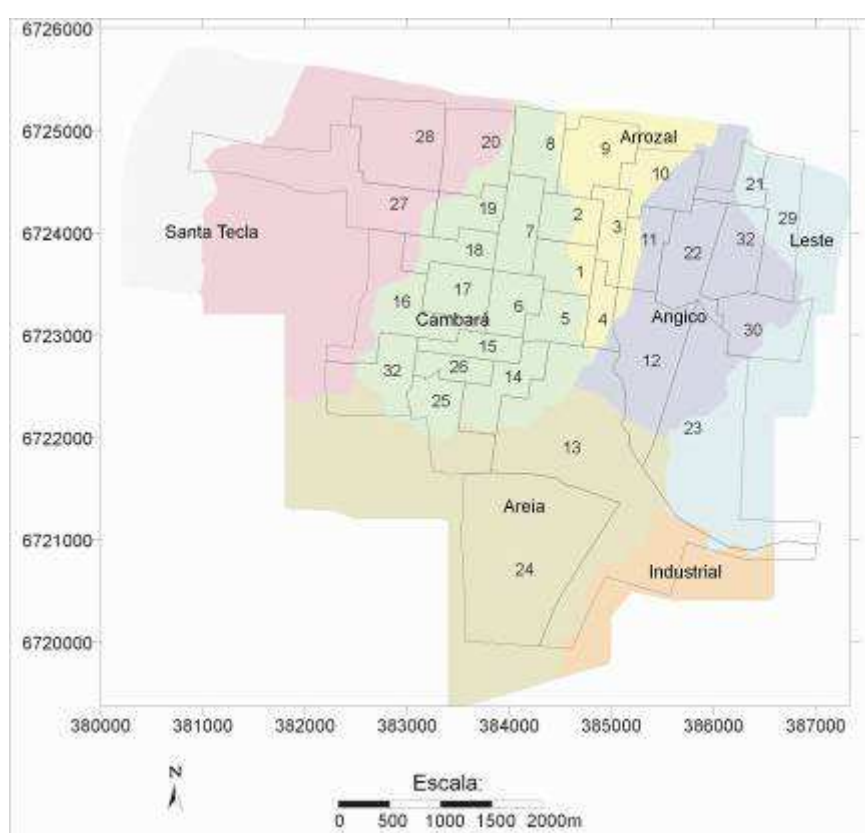
Fonte: Prefeitura Municipal de Venâncio Aires 2005 e IBGE, resultados do universo do Censo Demográfico 2000 - Malha Setorial Digital. Organizado por Erika Collischonn.

Avaliando, com base nesta mesma figura, o limite da planície de inundação e sua sobreposição aos setores censitários e bairros da cidade, constata-se, primeiramente, que nenhum dos setores censitários está completamente dentro da planície de inundação; no entanto, encontram-se parcialmente dentro dela os setores 5, 7, 9, 10, 21, 28 e 29.

Como a abordagem desta tese quer avaliar as características hidrográficas do ambiente e sua inter-relação com a dinâmica demográfica e sócio-econômica, os setores censitários foram sobrepostos, em um SIG, aos recortes espaciais das bacias hidrográficas urbanas (Fig. 75), e, depois, foram realizadas operações de agregação e de interseção que permitiram avaliar as características de ocupação de cada bacia.

Com a realização de uma análise estatística simples, que considerou a área de cada setor por bacia, foi possível calcular o número de domicílios e de habitantes por bacia hidrográfica, segundo o Censo 2000 (Tabela 6). Os resultados deste

cálculo mostram, em parte, uma relação com o processo de ocupação e de adensamento desta área urbana. No divisor de águas entre a bacia do Cambará-Mangueira e a do Arrozal é que a cidade teve seu começo, e sua expansão e seu adensamento foram definidos a partir deste divisor, marcado atualmente na cidade pelo eixo da Rua Osvaldo Aranha (anteriormente, 28 de Setembro). Na década de 1970 e na de 1980, uma ocupação já mais intensiva destas duas bacias exigiu uma intervenção na drenagem urbana. A urbanização da bacia do Angico é mais recente, mas o curso d'água também está, em parte, canalizado.



**FIGURA 75 Setores censitários do IBGE (2000) sobrepostos às bacias hidrográficas**

**TABELA 6 Distribuição dos setores censitários, dos domicílios e dos habitantes por bacia hidrográfica urbana (2000)**

Bacias-hidrográficas	Setores censitários com área na bacia	Total de domicílios	Total de habitantes
Cambará-Mangueira	19	4.200	12.960
Angico	11	1.845	6.271
Arrozal	11	1.511	4.450
Santa Tecla	8	1200	2.980



<b>Leste</b>	6	819	2.893
<b>Areia</b>	7	921	4.146
<b>Industrial</b>	2	150	496

Organização: Erika Collischonn

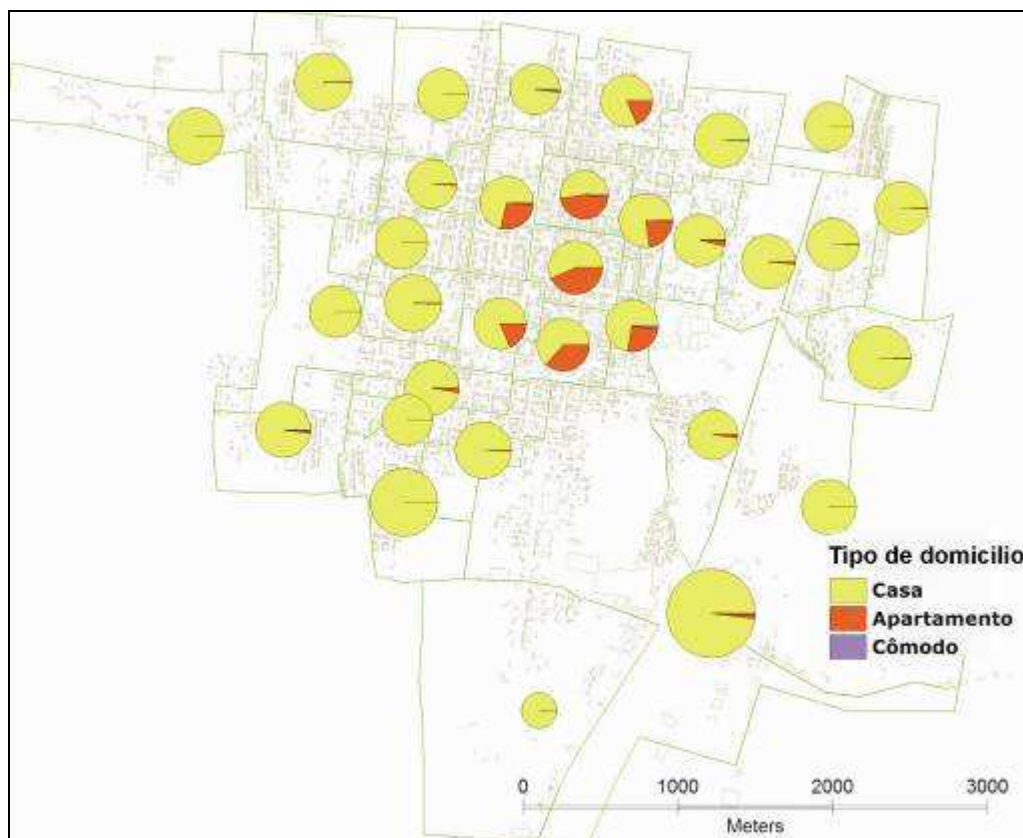
### 4.3.2 Caracterização intraurbana

A escolha das variáveis procurou abranger dados sobre condições de infraestrutura, sobre distribuição etária da população e sobre instrução e renda por chefes de domicílio. Para a definição dos intervalos de classe e para a representação cartográfica, foram adotadas as técnicas propostas por Ferreira e Simões (1987). Foram definidos três blocos de análise. Um refere-se às características dos domicílios por setor censitário; outro, às características etárias dos habitantes destes setores; e outro, às características dos chefes de família dos domicílios consultados no Censo Demográfico do IBGE de 2000.

#### 4.3.2.1 Caracterização dos domicílios

Os domicílios foram caracterizados quanto à tipologia, às condições de ocupação, ao saneamento básico (água, esgoto, lixo) e ao número de moradores.

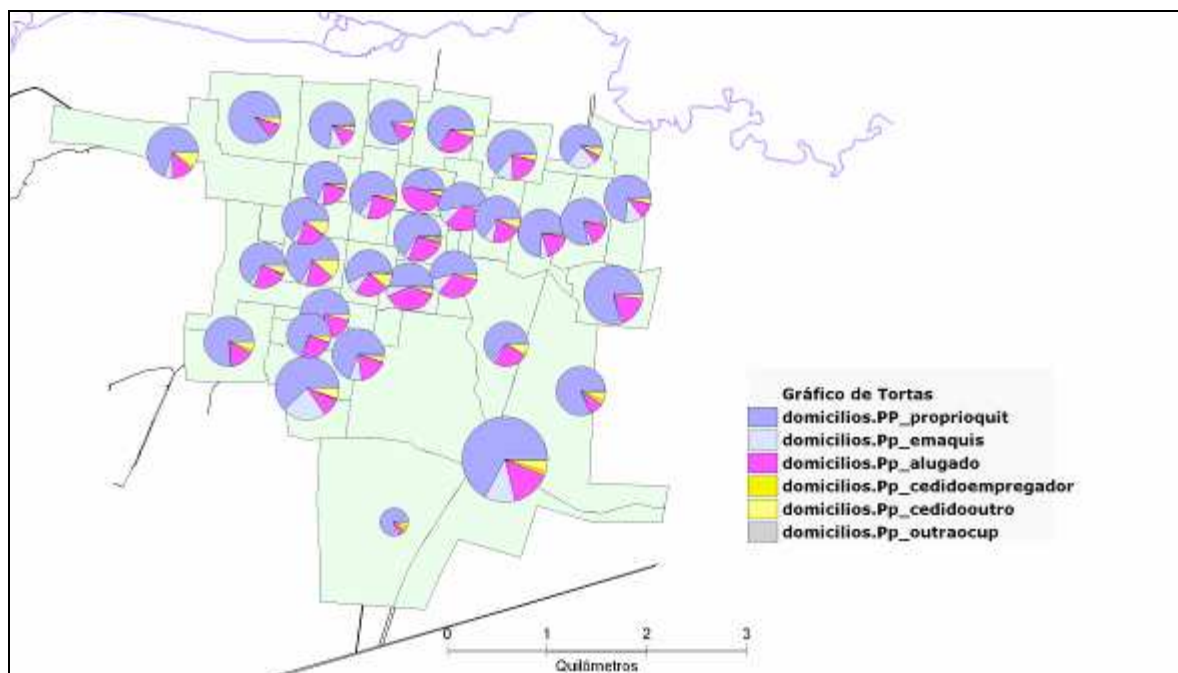
O cartograma (Fig. 76) mostra a distribuição do total de domicílios por setor e por tipo (casa, apartamento ou cômodo). Os círculos proporcionais à população do setor, sobrepostos à distribuição das edificações registradas no cadastro imobiliário, dão uma idéia melhor das áreas mais e menos densamente ocupadas na cidade. Os setogramas mostram um predomínio de domicílios do tipo casa em todos os setores censitários urbanos, apesar de os setores censitários da área central já apresentarem um maior percentual de domicílios do tipo apartamento, ou seja um maior adensamento urbano.



**FIGURA 76 Venâncio Aires - Distribuição e tipologia dos domicílios urbanos (2000)**

Fonte: IBGE, resultados do universo do Censo Demográfico 2000 - Malha Setorial Digital e Cadastro Imobiliário 2005.

Seguindo uma tendência nacional, resultante de uma estrutura de provisão de moradia, em Venâncio Aires, 67,6% dos domicílios particulares permanentes são próprios e quitados. Somando aos domicílios quitados os domicílios em aquisição, em vias de quitação, este percentual sobe para 73,9%. Segundo Lago et al (1996), esta estrutura de provisão de moradia, que é responsável, ao mesmo tempo, pela segregação das camadas populares nas periferias e pela ampla difusão da casa própria, é composta por três segmentos: a produção popular, fundada no loteamento periférico e na autoconstrução da moradia; a produção estatal direta e indireta; e a produção empresarial, sob o regime de incorporação imobiliária. O cartograma (Fig. 77) mostra esse predomínio da casa própria em todos os setores censitários, destacando-se os setores mais periféricos, predominantemente, com maiores percentuais.



**FIGURA 77 Venâncio Aires - Distribuição dos domicílios quanto à condição de ocupação (2000)**

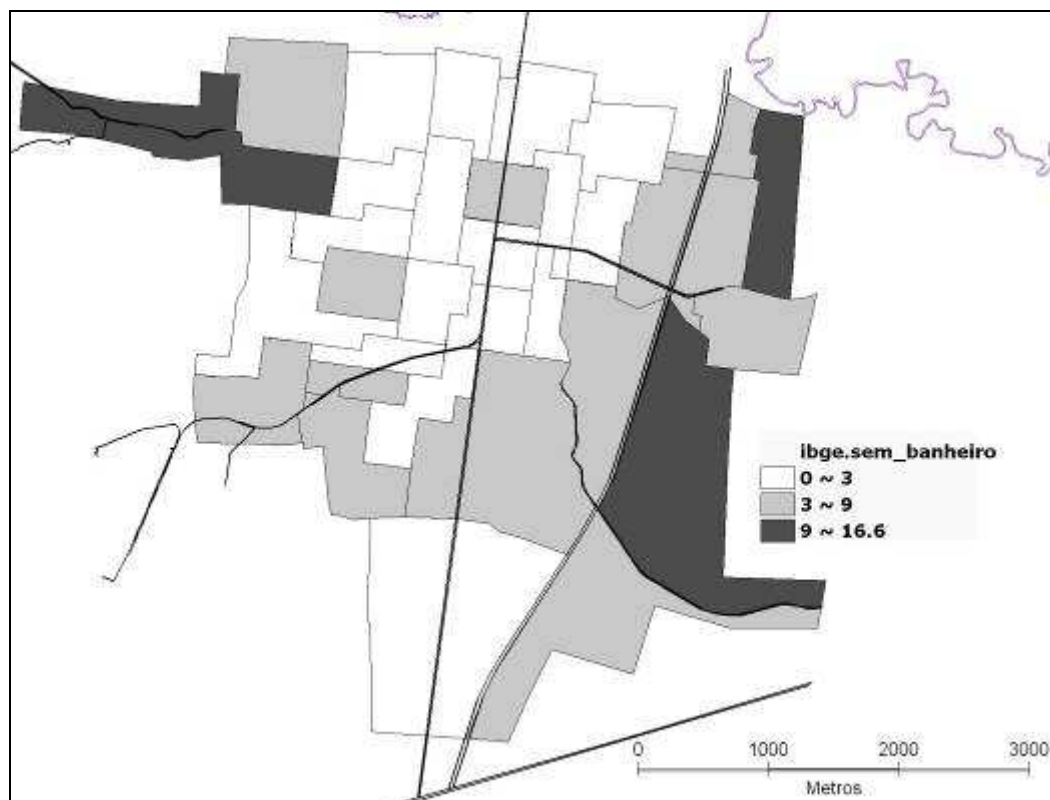
Fonte: IBGE, resultados do universo do Censo Demográfico 2000.

Na avaliação da variável domicílios particulares permanentes que se encontram em terreno cedido ou em outra condição, também disponível no Censo 2000, verifica-se que, no setor 29, não estão em terreno próprio 25,3% dos domicílios; nos setores 27, 23, 29 e 13, este percentual cai, respectivamente, para 17,5%, 13,1%, 13,1% e 11,4%; já na área central da cidade e no setor 24 este percentual é nulo. Os domicílios particulares permanentes alugados apresentam um percentual um pouco maior (>30%) nos setores censitários 2, 3, 4 e 5, na área central da cidade. Somando-se os domicílios particulares permanentes cedidos ou com outra forma de ocupação, o máximo percentual alcançado é de 11,5%, nos setores 24 e 27.

Em relação ao abastecimento de água, o IBGE distingue domicílios abastecidos pela rede geral, por poço ou por nascente ou, ainda, por outra forma de abastecimento. Como foi exposto em seção anterior, a cidade de Venâncio Aires era, tradicionalmente, abastecida por poços artesianos, sendo que, somente na década de 1980, foi instalada uma captação de água com fins de consumo urbano no arroio Castelhana, próximo à cidade. A Companhia Riograndense de Saneamento, além dessa captação, continua realizando o abastecimento a partir de poços artesianos.

Em Venâncio Aires, os dados oficiais mostram uma boa distribuição pela rede geral, sendo que, em 25 setores da cidade, mais de 90% dos domicílios são atendidos pelo serviço da rede geral. As áreas com um abastecimento não tão eficiente correspondem às áreas de expansão urbana recente, ao sul, a leste e a sudeste da cidade. No setor 23, o abastecimento mostra-se precário – somente 35,5% dos domicílios são abastecidos pela rede geral. Ainda entre estes, 8,3% tem água canalizada apenas na propriedade ou terreno e não canalizada em pelo menos um cômodo. Nas áreas de ocupação urbana recente, ainda é comum o abastecimento por poço ou por nascente na propriedade. No setor 24, por exemplo, 66,7% dos domicílios são abastecidos pela rede geral, ao passo que 30,3% dos domicílios são abastecidos por poços ou nascentes na propriedade. Desta forma, neste setor, compensa-se a falta de abastecimento pela rede geral com o abastecimento por poço próprio. Já o setor 23, que apresentava o mais baixo índice de abastecimento pela rede geral (35,5%), tem somente 7,4% de domicílios abastecidos com água de poços ou de nascentes (na propriedade); portanto, mais da metade dos domicílios neste setor não dispõe de água com facilidade.

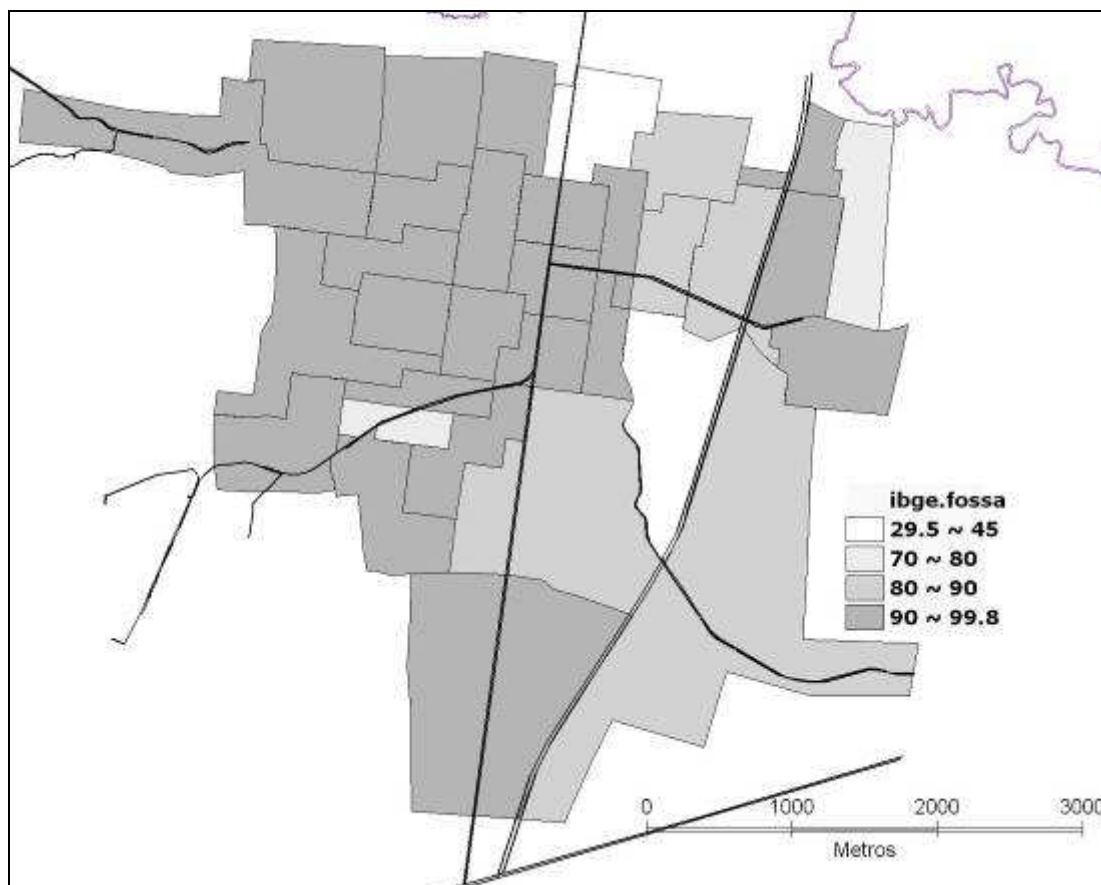
Ainda em relação ao saneamento, foram avaliadas também as condições dos setores quanto à existência de banheiro ou sanitário nos domicílios e quanto ao esgotamento sanitário. O cartograma (Fig.78) mostra a distribuição dos percentuais de domicílios sem banheiro ou sanitário na cidade. Os setores 23, 27 e 29 são os que apresentam percentuais mais altos de domicílios sem banheiro (entre 12 e 16,6%).



**FIGURA 78 Venâncio Aires - Distribuição percentual dos domicílios sem banheiro (2000)**

Fonte: IBGE, resultados do universo do Censo Demográfico 2000 - Malha Setorial Digital.

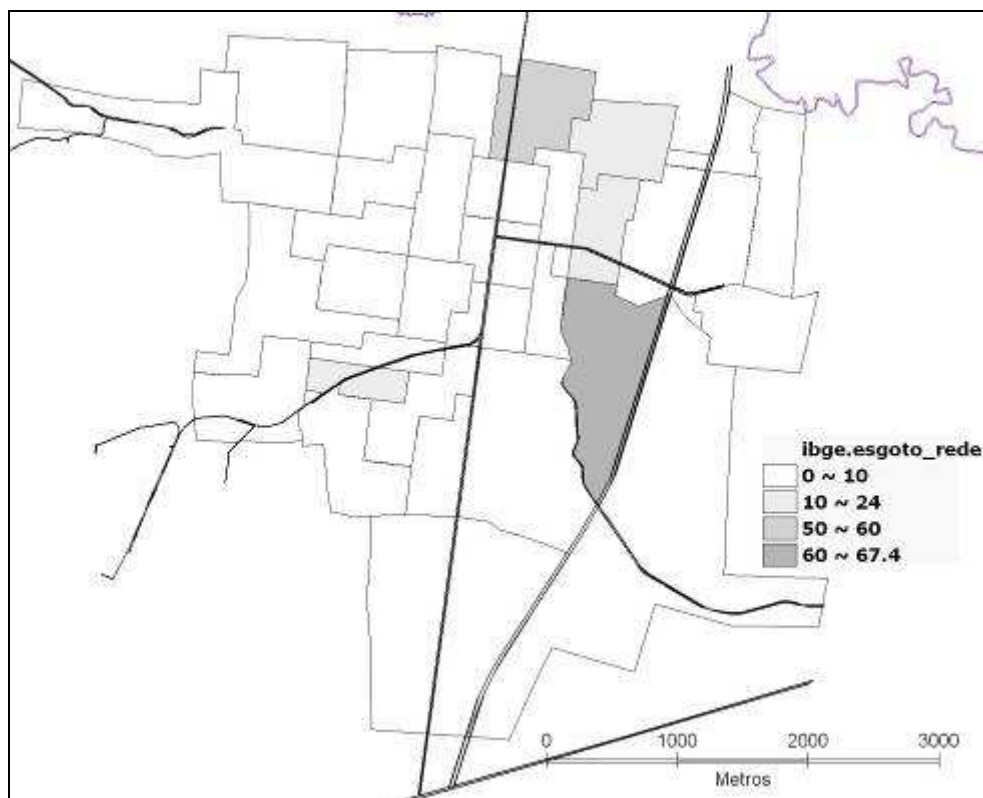
Já para a distribuição percentual dos domicílios particulares permanentes com banheiro, é interessante avaliar o tipo de esgotamento sanitário existente. Em Venâncio Aires, o tipo de esgotamento sanitário mais comum é a fossa séptica (Fig. 81). Isso significa que, em média, 89% dos domicílios têm tratamento de esgoto do tipo primário. Em 22 setores censitários, a fossa séptica é o tipo de esgotamento que predomina em 90 a 100% dos domicílios. O índice mais baixo (29,3%) encontra-se no setor 12. Também apresentou índice baixo o setor 9, com 41,9%. Para os demais setores, a fossa séptica predomina em 70% dos domicílios ou mais.



**FIGURA 79 Venâncio Aires – Distribuição percentual dos domicílios com esgotamento sanitário do tipo fossa séptica (2000)**

Fonte: IBGE, resultados do universo do Censo Demográfico 2000 - Malha Setorial Digital.

No ano 2000, em Venâncio Aires, o sistema ou rede geral de esgoto cloacal ou misto (pluvial e cloacal) ainda se restringia somente a uma pequena área da cidade, portanto, também havia poucos domicílios ligados a este tipo de rede na cidade como um todo (Fig. 82). Este esgoto é coletado, mas é lançado sem tratamento no arroio Castelhana. Como se observa no cartograma, os setores 9 e 12 apresentaram os percentuais mais altos de domicílios ligados à rede geral de esgoto, 67,3% e 58%, respectivamente. Estes foram os setores que, no mapeamento anterior, apresentaram os índices mais baixos de domicílios com esgotamento sanitário do tipo fossa séptica. Também se percebe a mesma correspondência em outros setores. Nos setores 10, 11 e 26, em que é mais baixo o percentual de domicílios com fossa séptica, é também ligeiramente maior o percentual de domicílios ligados à rede de esgoto.



**FIGURA 80 Venâncio Aires – Distribuição percentual dos domicílios com esgotamento sanitário ligado à rede de esgoto – 2000**

Fonte: IBGE, resultados do universo do Censo Demográfico 2000 - Malha Setorial Digital.

Pode-se considerar que tanto o esgotamento sanitário do tipo fossa como o esgotamento ligado à rede geral são formas de disposição do esgoto sanitário aceitáveis para uma cidade do porte de Venâncio Aires; portanto, somando-se os dois tipos, ter-se-ia a percentagem de distribuição adequada do esgoto sanitário na cidade, por setor. A área central e boa parte dos bairros a oeste do centro apresentam esgotamento sanitário aceitável, ao passo que, no bairro Brands (a leste), principalmente, e no Leopoldina (a sul), o sistema de esgotamento ainda é precário, pois há domicílios com fossa rudimentar e outros que lançam o esgoto em vala, em curso d'água ou em outro escoadouro. Os percentuais mais altos de domicílios nesta condição foram encontrados nos setores 22 e 23, de 12 a 16%. Nos setores 13 e 23, por sua vez, de 8 a 12% dos domicílios encontram-se nesta mesma condição.

Um último fator que normalmente se relaciona às condições de moradia é a quantidade de pessoas que vivem sobre o mesmo teto. Em Venâncio Aires, não há grande variação de um setor a outro no número médio de habitantes por domicílio,

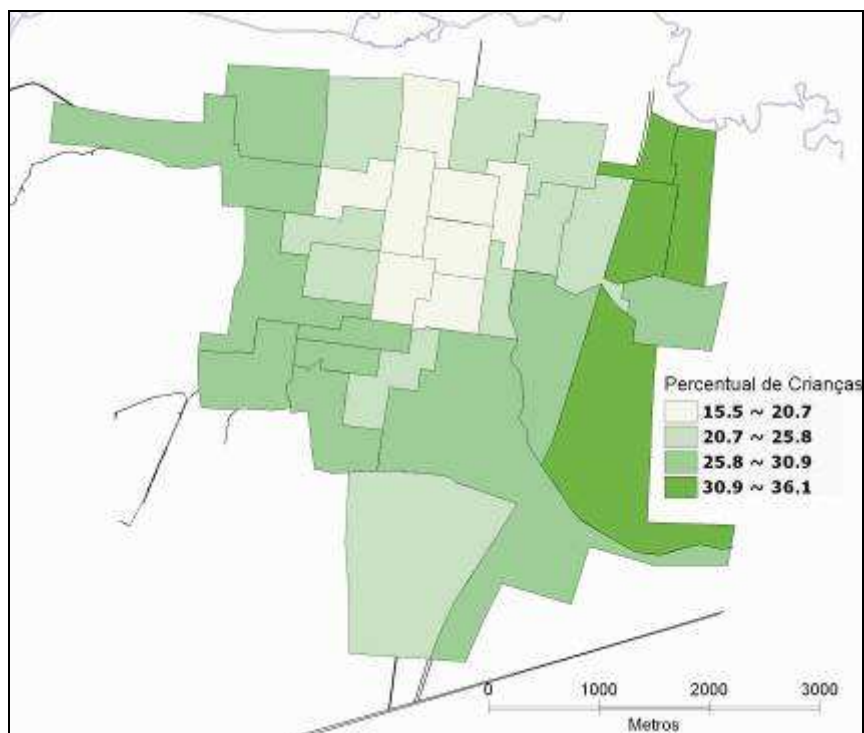
sendo a média mínima de 2,5 habitantes por domicílio, e a média máxima, de 3,7 habitantes por domicílio. Este dado é pouco significativo, quando não se considera o tamanho médio dos domicílios, informação que não se obtém dos dados do censo demográfico. Através de averiguação no cadastro imobiliário urbano de Venâncio Aires, constatou-se que, no setor 29, que registrou a média máxima de pessoas por domicílio, predominam casas populares, com dimensão original de 5 m por 6 m, em terrenos de 10 m de largura e 20 m de profundidade. Do ponto de vista da vulnerabilidade, este dado é significativo, considerando que 30% da área deste setor censitário é suscetível a inundações periódicas.

#### 4.3.2.2 Caracterização dos habitantes por faixa etária

Os dados populacionais fornecidos pelo Censo Demográfico 2000, agregados por setores censitários, foram trabalhados no sentido de se conhecer as áreas que, segundo os estudos de risco, seriam mais vulneráveis, devido à maior presença de crianças (0 a 14 anos) e de idosos (60 anos ou mais).

No que se refere à participação das crianças na população por setor censitário (Fig. 81), observa-se que, na cidade de Venâncio Aires, no ano 2000, os valores mais altos encontravam-se em setores correspondentes a uma ocupação mais recente, na porção leste da cidade. Os percentuais mais altos registram-se nos setores 21 e 29, justamente aqueles que estão localizados, em grande parte, na planície de inundação do arroio Castelhana (ver Figura 75); já os percentuais mais baixos encontram-se nos setores 1 e 2, bem centrais na cidade.

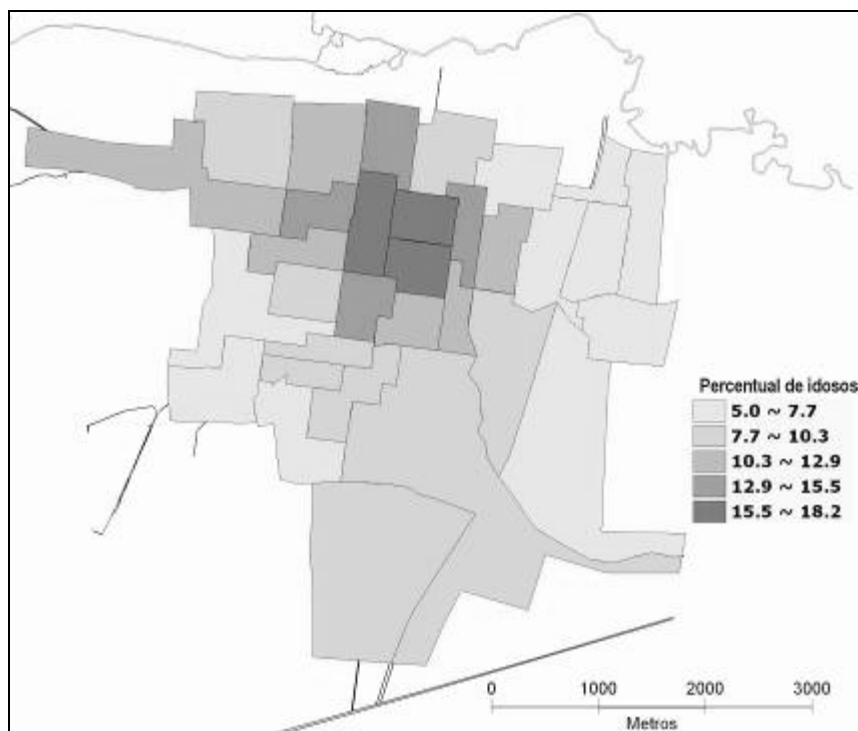




**FIGURA 81 Venâncio Aires - Distribuição percentual das crianças (0 a 14 anos) na população (2000)**

Fonte: IBGE, resultados do universo do Censo Demográfico 2000 - Malha Setorial Digital.

A configuração da distribuição espacial inverte-se, quando se analisa o percentual de idosos na população (Fig. 82). Os maiores percentuais de idosos encontram-se na área central da cidade, enquanto os setores periféricos, a leste, apresentam as médias percentuais mais baixas de pessoas nessa faixa etária. Do ponto de vista do risco, não há percentual significativo de idosos em áreas suscetíveis a inundações, a não ser no setor 8, que corresponde ao bairro União (antiga Vila Mayer), frequentemente inundado com as cheias do Castelhana, em que o percentual de pessoas com mais de 60 anos é relativamente alto: 13,5%.

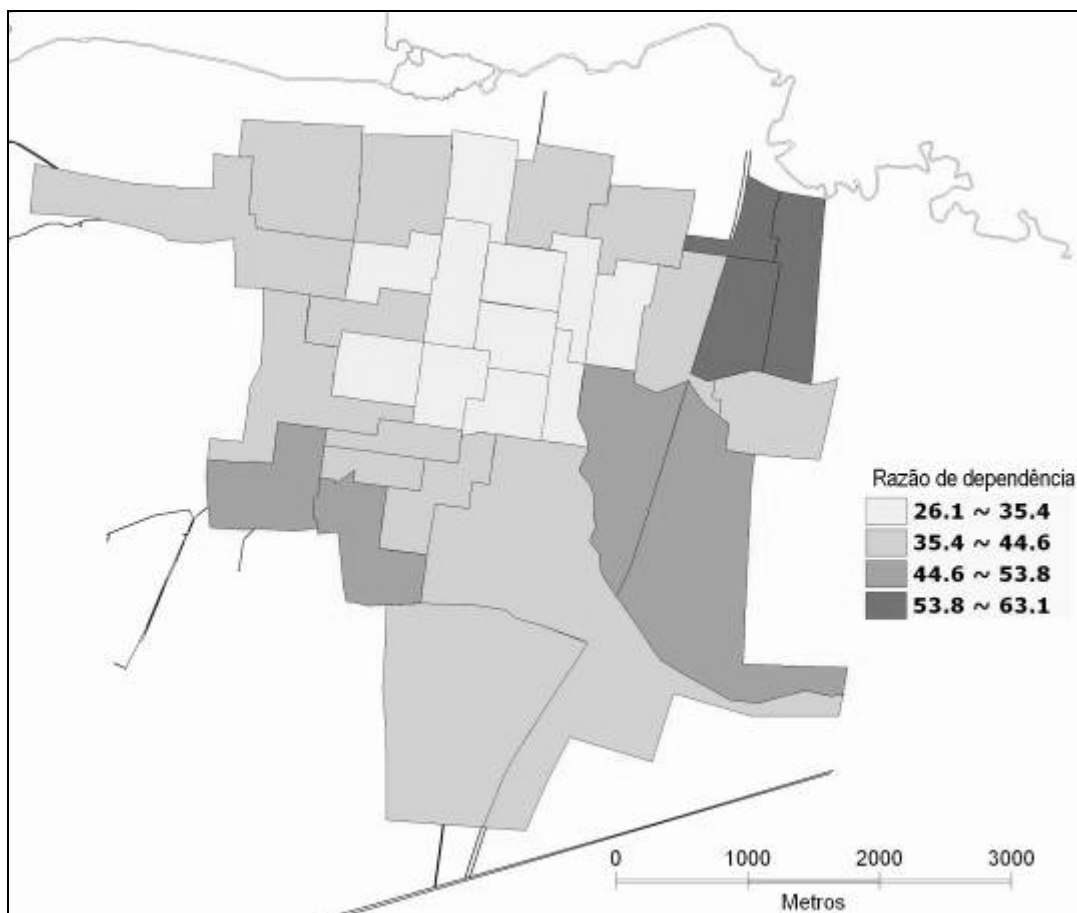


**FIGURA 82 Venâncio Aires - Distribuição percentual de idosos (60 anos ou mais) na população (2000)**

Fonte: IBGE, resultados do universo do Censo Demográfico 2000 - Malha Setorial Digital.

Ainda analisando a participação das crianças e dos idosos<sup>43</sup> na população, em relação à população em idade ativa (dos 15 aos 59 anos de idade), pode-se definir o índice de dependência, que mede a participação relativa do contingente populacional potencialmente inativo, que deveria ser sustentado pela parcela da população potencialmente produtiva (Fig. 83). As classes de valores indicam o total de pessoas inativas que devem ser sustentadas, para cada 100 pessoas em idade ativa. Destaca-se neste cartograma que são os setores 21, 29 e 32 (onde era maior o percentual de crianças) aqueles que mostraram as mais altas taxas de dependência. A participação dos velhos neste índice ainda não é tão alta, pois os setores da área central (onde há mais velhos que nas demais) foram justamente os que mostraram os índices de dependência mais baixos. Para uma leitura mais aprofundada, este indicador deveria ser analisado em combinação com parâmetros econômicos, como fatores circunstanciais que afetam o mercado de trabalho, tais como a incorporação de jovens e de idosos ou a exclusão de pessoas em idade produtiva.

<sup>43</sup> É comum que, para o cálculo deste indicador, sejam consideradas idosas as pessoas de 65 anos ou mais e potencialmente produtivas as de 15 a 64 anos. No entanto, para manter a coerência com os demais indicadores, utiliza-se aqui o parâmetro de 60 anos ou mais para a população idosa e de 15 a 59 anos para a população potencialmente produtiva.



**FIGURA 83 Venâncio Aires - Distribuição do índice de dependência (2000)**

Fonte: IBGE, resultados do universo do Censo Demográfico 2000 - Malha Setorial Digital.

#### 4.3.2.3 Caracterização dos chefes de família

Nos estudos de vulnerabilidade sociodemográfica propostos pela Cepal (2002) e por Torres et al. (2003), há uma tendência a entender a pobreza e a desestruturação familiar como fatores que definiriam maior vulnerabilidade, ou seja, suscetibilidade de sofrer perdas socioeconômicas dos tipos mais essenciais.

A renda familiar de meio salário mínimo para menos por mês é considerada o limite da linha de pobreza da população por uma série de organismos. O cartograma da figura abaixo mostra a distribuição percentual da população em condição de pobreza em Venâncio Aires. Em relação à renda dos chefes de domicílio, observou-se que, para o patamar de meio salário mínimo ou menos (Fig. 84), o maior índice (29,8% dos chefes de família) está no setor 29, que se encontra localizado no bairro Batisti. Nos setores 13 e 23 da cidade, o percentual de chefes sem renda ou com renda de até meio salário mínimo ficou entre 7,5% e 10%. Verificou-se que, nos setores 12 e 26, o percentual está entre 5 e 7,5% dos chefes. Nos demais setores

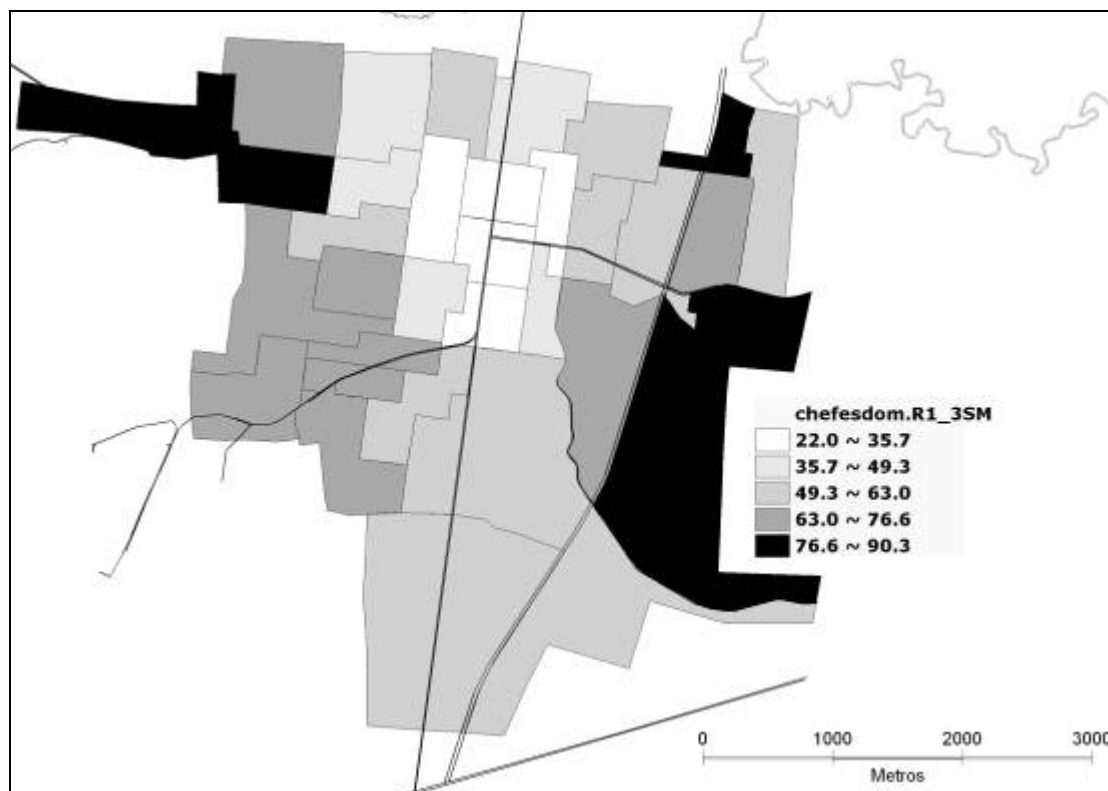
da cidade o percentual de chefes com renda de meio salário mínimo ou menos ficou abaixo de 5%.



**FIGURA 84 Venâncio Aires - Distribuição percentual dos chefes de domicílio com meio salário mínimo ou menos (2000)**

Fonte: IBGE, resultados do universo do Censo Demográfico 2000 - Malha Setorial Digital.

Considerando a classe de chefes de domicílio com renda entre um e três salários mínimos, o mapa (Fig. 85) mostra que grande parte dos chefes de família na cidade de Venâncio Aires encontra-se faixa salarial, pois são significativos os percentuais em todos os setores (entre 22,0 e 90,3%). Nota-se que o percentual de chefes de família que recebem salários nesta faixa é maior nos bairros operários. Os mais altos percentuais estão nos setores 21, 23, e 30, a leste do centro, e no 27, a oeste. O oeste da cidade concentra setores cujos percentuais estão entre 63 e 76,6% (setores 15, 16, 17, 20 25, 26 e 31). Estes setores localizam-se em bairros operários. Além disso, com mesmo percentual, encontram-se os setores 12 e 32, a leste do centro da cidade. Os mais baixos percentuais de chefes de família com renda entre um e três salários mínimos (de 22 a 35,7%) estão na área central da cidade (setores 1, 2, 3, 5 e 7).

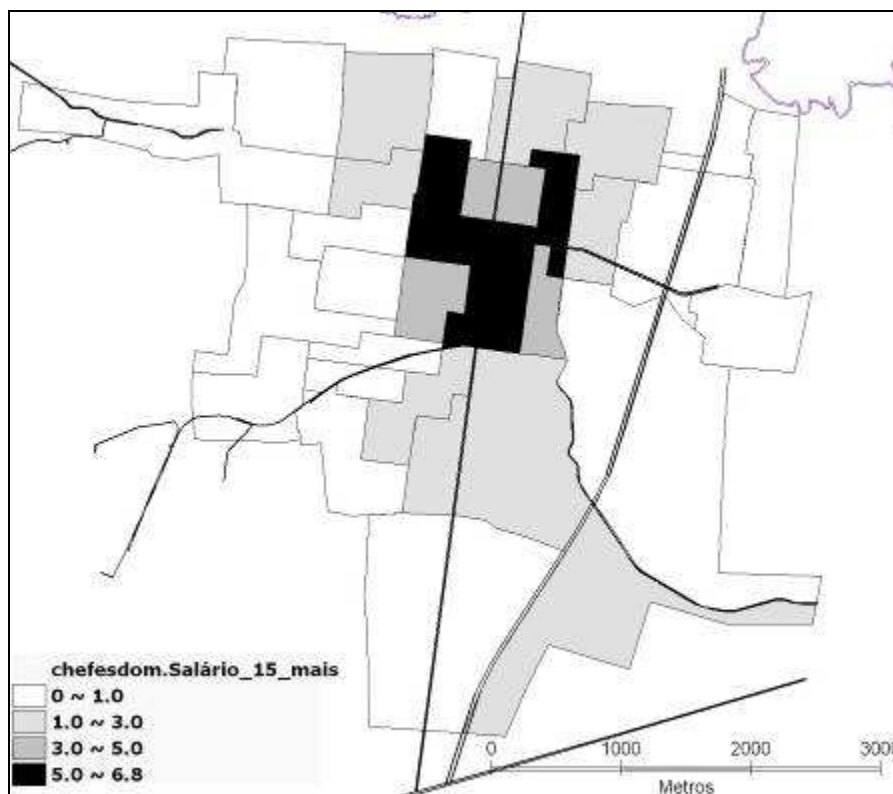


**FIGURA 85 Venâncio Aires - Distribuição percentual dos chefes de domicílio com renda de um a três salários mínimos (2000)**

Fonte: IBGE, resultados do universo do Censo Demográfico 2000 - Malha Setorial Digital.

Considerando a classe de chefes de domicílio com renda entre cinco e dez salários mínimos, observa-se que passam a se destacar com maiores percentuais (entre 21,1 e 34%) setores da área central da cidade e o setor em torno do acesso à RST 287 (bairro Leopoldina). São eles os setores 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 19 e 24. As áreas que se destacavam com alto percentual nas faixas de salário menores, setores a leste e a oeste do centro, apresentam nesta faixa de renda os menores percentuais (de 1,7 a 8,2%). São eles os setores 16, 21, 23, 25, 27, 29, 30, 32.

Considerando a classe de chefes de domicílio com renda entre 10 e 15 salários mínimos, observou-se que se repete, em linhas gerais, a configuração expressa na faixa salarial anterior, sendo que a área central é aquela que continua a concentrar os maiores percentuais (7,5 a 10%). Por fim, para a classe de chefes de domicílio com renda de 15 ou mais salários mínimos (Fig 86), também se repete o que vinha sendo observado nas duas classes anteriores, ou seja, os setores da área central concentram os chefes de família com as maiores rendas, sendo que, neste mapa, os maiores percentuais (5 a 6,8 %) estão na área central.

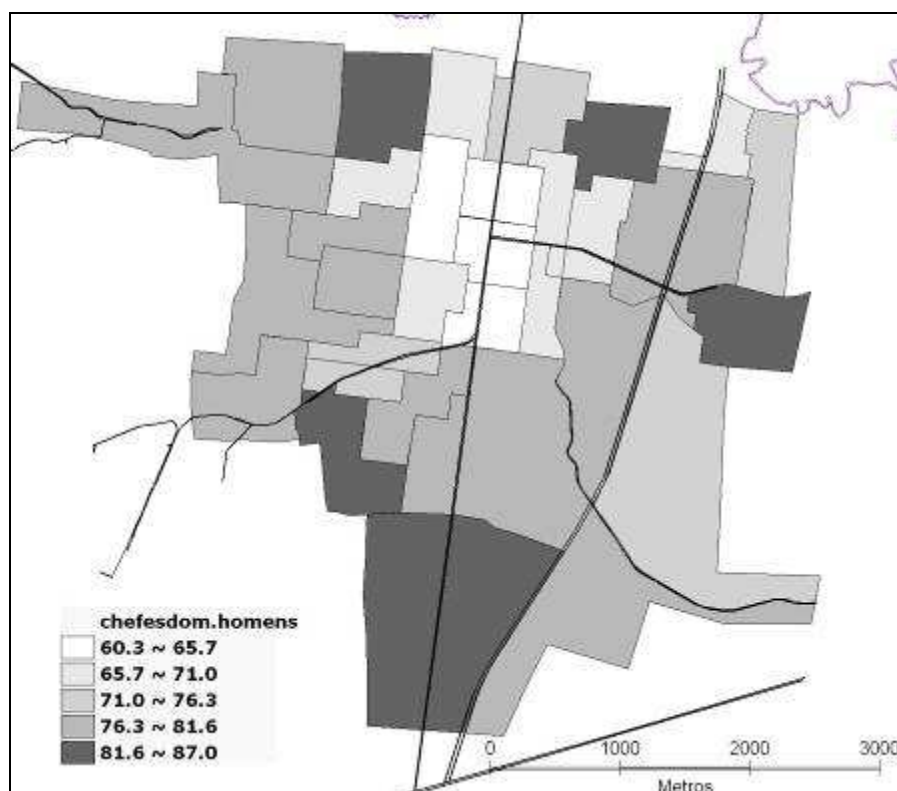


**FIGURA 86 Venâncio Aires - Distribuição percentual dos chefes de domicílio com renda de 15 salários mínimos ou mais (2000)**

Fonte: IBGE, resultados do universo do Censo Demográfico 2000 - Malha Setorial Digital.

Esta distribuição de renda pelos setores da cidade de Venâncio Aires atesta a realidade de uma cidade de pequeno porte, em que muitas áreas residenciais ainda estão localizadas na área central da cidade; situação esta que difere da maior parte das grandes e médias cidades brasileiras, onde as áreas centrais são destinadas muito mais ao comércio e aos serviços, com uma tendência a serem ocupadas por populações de renda mais baixa.

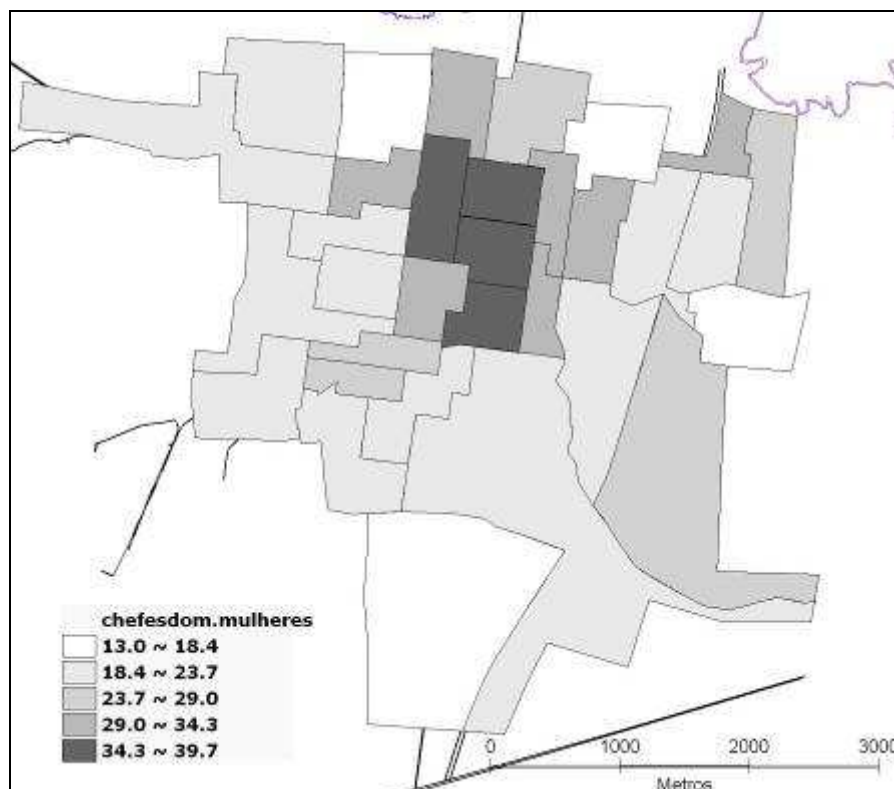
Quanto à distribuição por sexo dos chefes de domicílio, verifica-se ainda um predomínio masculino, sendo que, em todos os setores da cidade, em mais de 60% dos domicílios visitados pelo IBGE, os entrevistados definiram o homem como o chefe do domicílio. No entanto, quanto à distribuição dos percentuais pela cidade (Fig 87), verifica-se que este domínio é mais significativo em bairros operários da cidade.



**FIGURA 87 Venâncio Aires - Distribuição percentual dos homens chefes de domicílio (2000)**

Fonte: IBGE, resultados do universo do Censo Demográfico 2000 - Malha Setorial Digital.

Já na área central da cidade começa a se configurar uma maior participação da mulher como chefe de família (Fig. 88). Um número relativamente maior de mulheres chefes de família não significa, necessariamente, a emancipação feminina, porque pode ser o resultado da maior longevidade das pessoas deste sexo.

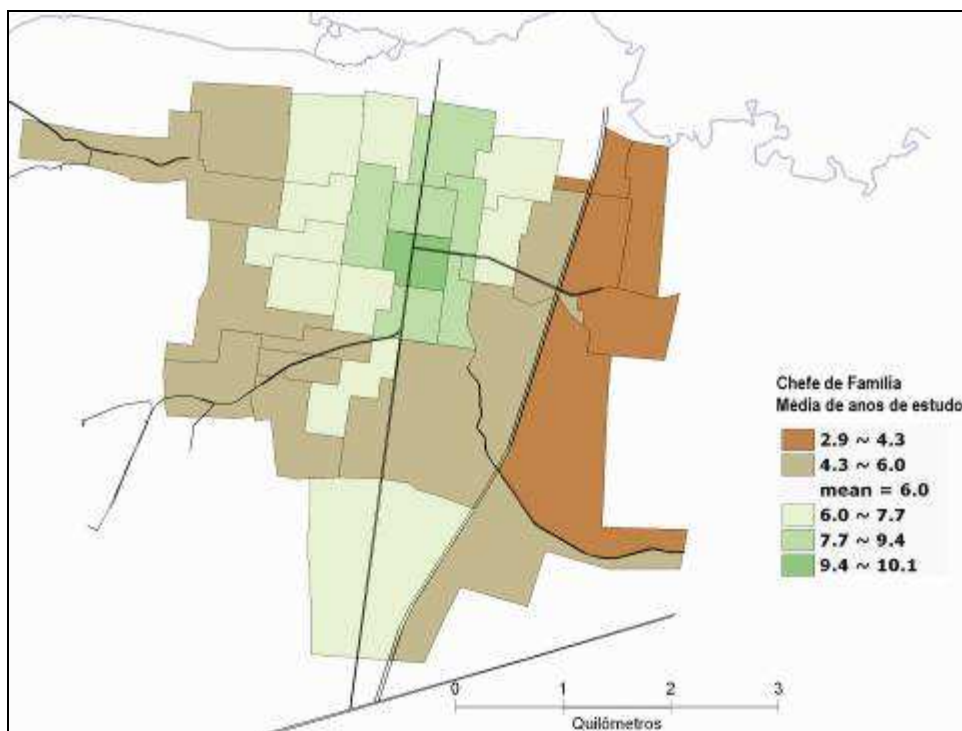


**FIGURA 88 Venâncio Aires - Distribuição percentual das mulheres chefes de domicílio por setor censitário (2000)**

Fonte: IBGE, resultados do universo do Censo Demográfico 2000 - Malha Setorial Digital.

O indicador de educação dos chefes de família também apresenta uma distribuição bem marcada pela relação centro-periferia (Fig. 89). Considerando como parâmetro de agrupamento a média de anos de estudo do chefe de família, obteve-se uma média de seis anos. As médias de escolaridade mais baixas dos chefes de família foram encontradas nos setores a leste da cidade: três anos, no setor 21, e quatro anos, nos setores 23, 29, 30 e 32. Os setores onde a média de anos de estudo dos chefes de família é mais alta encontram-se no centro da cidade.





**FIGURA 89 Venâncio Aires - Distribuição das médias de anos de estudo dos chefes de domicílio (2000)**

Fonte: IBGE, resultados do universo do Censo Demográfico 2000 - Malha Setorial Digital.

#### 4.3.3 A configuração sócio-econômica intraurbana

De acordo com Buzai (2003, p. 359), das dez problemáticas de maior importância que afrontam as cidades atuais, três delas (30%) têm relação estrita com aspectos de nível intraurbano, todos relacionados às condições que têm levado a uma gradual ampliação de desigualdades em diferentes aspectos: primeiramente, a renda por habitante e a polarização social, seguida pelas condições de habitabilidade nas comunidades locais e pela variação de condições do regime de posse dos domicílios.

Os dados agregados por setores censitários mostram que Venâncio Aires é uma cidade que tem procurado garantir condições de habitabilidade aos domicílios no meio urbano; mesmo assim, a distribuição social da população na cidade confirma o modelo de cidade latino-americana, em que as classes sociais perdem suas capacidades socioeconômicas de maneira crescente, do centro para a periferia. O diagnóstico desvenda uma cidade com setores marginais na periferia

urbana, e, de acordo com a avaliação realizada, é nestes que se localizam a concentração dos maiores índices de masculinidade, a existência de maior quantidade de crianças, a maior quantidade de população economicamente dependente, os maiores índices de necessidades básicas não supridas (precariedade na forma de obtenção de água, destinação imprópria do esgoto e falta de banheiros) e os maiores índices de moradores por domicílio. Quanto ao regime de posse do domicílio, observa-se que a política de provisão de moradia parece ter dado resultados positivos na cidade de Venâncio Aires, pois a casa própria é uma realidade para mais de 70% dos domicílios, com os maiores percentuais na periferia urbana.

As desigualdades de renda, de escolaridade e de faixa etária foram examinadas nesta seção como fatores de diferenciação intraurbana. Em estudo realizado por Deschamps (2004) para a Região Metropolitana de Curitiba, estes indicadores sócio-econômicos e demográficos contribuem para a composição do índice de vulnerabilidade social, juntamente com dados de saúde e de migração, aos quais, no entanto, não se teve acesso em escala intraurbana para Venâncio Aires. Ainda que não se tenha chegado a um índice de vulnerabilidade, ousa-se afirmar que os setores censitários que tendem a mostrar uma maior vulnerabilidade social, com base nos dados estatísticos avaliados, são o 21, o 23 e o 29. Isto não significa que sejam os de maior risco em caso de inundação<sup>44</sup>.

---

<sup>44</sup> Segundo Marandola e Hogan (2005, p.43), pode haver uma estrutura profunda de recursos, muito além dos econômicos, em uma situação de risco, ou seja, elementos do capital social que não tem vinculação com o poder aquisitivo nem com a renda, tais como as redes de solidariedade, os sistemas de proteção comunitários e familiares, além de outras alternativas que não estão diretamente vinculadas à situação socioeconômica da população.

## **4.4 INUNDAÇÕES E AS DIRETRIZES DE PLANEJAMENTO URBANO**

É sobre a reconstituição das fases de evolução do povoamento que o geógrafo deve se voltar se ele espera compreender as materializações territoriais atuais do risco (Pigeon, 2005, p. 161). E as observações de terreno sugerem imediatamente a existência de interações lógicas e cronológicas entre as fases de urbanização e os trabalhos de correção. Os documentos de ordenamento territorial e de urbanismo de arquivo permitiram reconstituí-las.

### **4.4.1 A preocupação com pequenos cursos d'água**

O primeiro documento de ordenamento e urbanismo é a Planta da Povoação de São Sebastião do Faxinal do Fagundes. Infelizmente, não se teve acesso à fonte primária, aquela que foi desenhada pelo agrimensor A. A. Villanova, em 1883, mas sim a uma cópia da original, realizada pelo agrimensor José Duarte de Macedo, em 1941. Nesta planta (Fig. 90), não é possível distinguir ruas efetivamente existentes daquelas projetadas, mas, pela distribuição das construções, pode-se deduzir que a ocupação se dava ao longo da Rua 28 de Novembro (depois renomeada Rua Osvaldo Aranha) e nas ruas do entorno da Praça Duque de Caxias (depois renomeada Praça Thomás José Pereira, também conhecida como Praça da Matriz). A cópia também destaca as áreas alagadiças próximas aos únicos dois córregos que aparecem na planta urbana da época: a sanga da Mangueira e a sanga do Arrozal. Talvez este destaque já tenha sido dado pelo agrimensor Villanova, em 1883, mas certamente foi reforçado por José Duarte de Macedo, já que a planta foi redesenhada logo após uma prolongada enchente. Esta planta, porém, ainda não faz referência ao arroio Castelhana ou a sua planície de inundação.

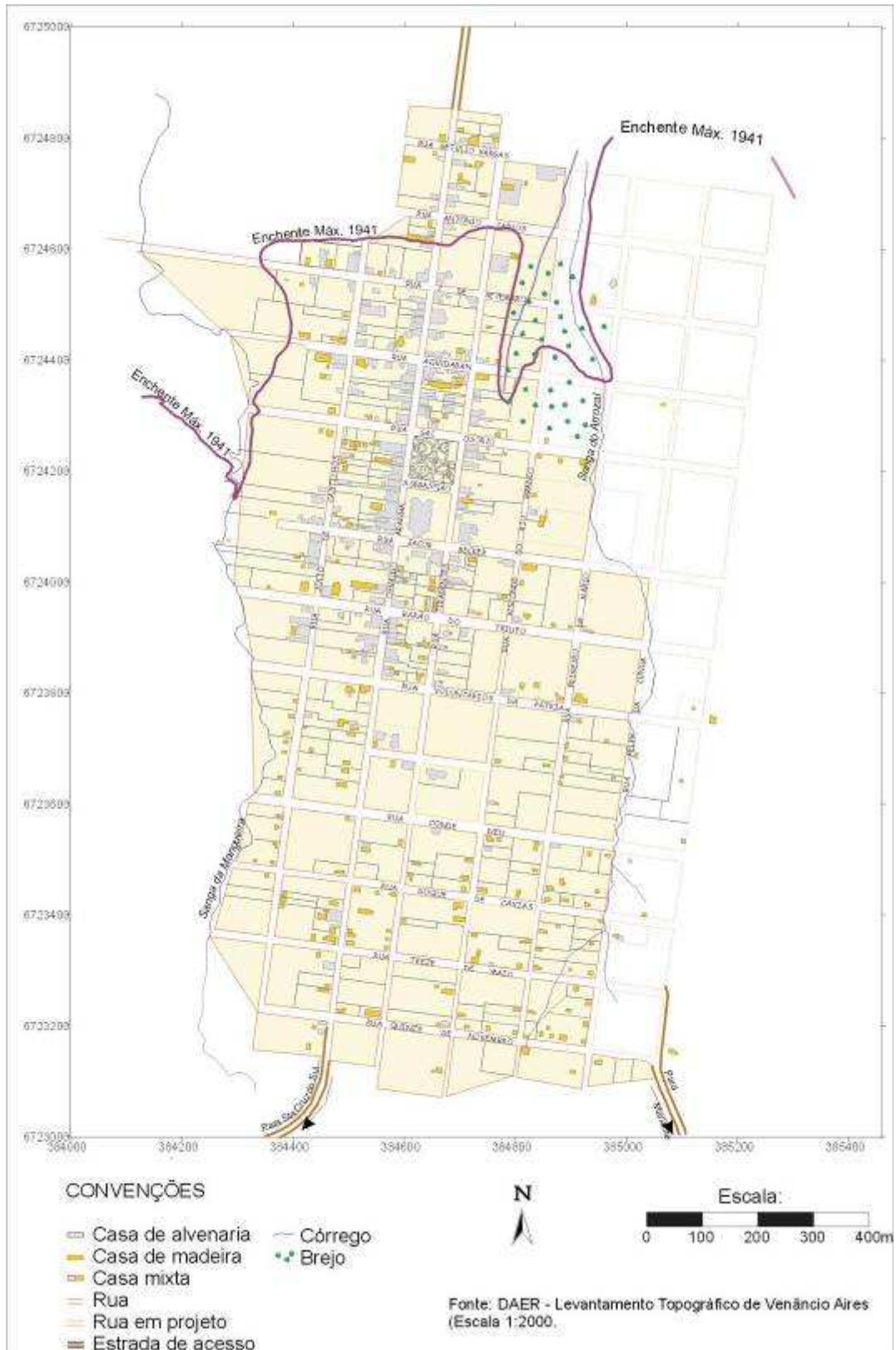


**FIGURA 90 Venâncio Aires - Planta urbana de 1883**

#### 4.4.2 Com a enchente de 1941, o arroio Castelhana entra em cena

O *El Niño*, historicamente, traz um profundo impacto para as condições do tempo e do clima no Rio Grande do Sul, como já foi apresentado no segundo capítulo desta tese. Em anos de El Niño, o volume de chuva tende a ficar acima ou muito acima da média nesse estado. Como já explicitado anteriormente, dois períodos são historicamente marcados por chuvas muito expressivas e por cheias: a primavera no ano de começo do El Niño e os meses de abril, maio e junho no ano seguinte. Foi justamente durante o El Niño de 1939/1941 que se produziu a grande enchente de 1941 em toda a bacia do rio Jacuí. Na estação meteorológica de Santa Cruz do Sul, a precipitação nos meses de abril e maio somados foi 868,0 mm (HOPPE, 2005). Em Soledade, cidade que dista apenas 85 km de Venâncio Aires na direção norte-noroeste, nos meses de abril e maio daquele ano, o volume pluviométrico foi de 1.107 milímetros. Em todo o Rio Grande do Sul, foram registrados altos índices pluviométricos no período; Encruzilhada e Porto Alegre registraram 933 mm. Em Santa Maria, acumularam-se 791 mm de chuva em abril e maio de 1941 e, no dia 4 de maio de 1941, choveram 111,5 mm em 24 horas. Este evento, que foi a enchente gradual mais significativa no tempo histórico na bacia do Jacuí, também deixou suas marcas em Venâncio Aires.

Em planta urbana elaborada pelo DAER em meados da década de 1940, foi registrada a linha limite até onde chegou a inundação na enchente de 1941 (Fig. 91).



**FIGURA 91 Venâncio Aires - Planta urbana de 1941**

Como se pode observar na planta urbana de 1941, a cidade apresentava uma forma alongada no sentido norte-sul, restringindo-se, basicamente, ao terraço entre a sanga do Arrozal, a leste, e a sanga da Mangueira, tributária principal da sanga do Cambará, a oeste. Durante a enchente de 1941, ficaram totalmente inundadas todas as quadras ao norte da Rua Antônio Carlos e, parcialmente inundadas, quatro quadras entre as ruas Antônio Carlos e 7 de Setembro, bem como duas quadras entre as ruas Tiradentes e Visconde do Rio Branco. O desenhista ainda destacou na planta urbana as áreas alagadiças, chamando, assim, atenção para o fato de serem áreas impróprias para a ocupação.

#### **4.4.3 Planos diretores no período de aceleração da expansão urbana**

Durante o regime militar, definiu-se uma série de políticas de planejamento urbano e regional. Em 1973, o segundo Plano Nacional de Desenvolvimento contemplava algumas diretrizes para a elaboração de uma política de desenvolvimento urbano. Segundo Maricato (2000), durante o governo Geisel (1973), o Plano Nacional de Desenvolvimento Urbano foi implementado pela Secretaria de Articulação entre Estados e Municípios (SAREM) e o Serviço Federal de Habitação e Urbanismo (SERFHAU). No nível estadual foi criada a SURBAM, Superintendência do Desenvolvimento Urbano e Administração Municipal, vinculada à SDO, Secretaria de Desenvolvimento e Obras Públicas. Durante este período, até inícios da década de 1980, proliferaram os planos diretores, ao mesmo tempo em que se multiplicavam as consultorias de planejamento, que apareciam como a solução dos problemas urbanos.

Em abril de 1973, em função da necessidade de se definir o eixo viário que ligaria o centro da cidade à RS-3 (hoje RST- 282), técnicos apontaram para a necessidade de elaboração de um plano diretor para a cidade (Folha do Mate, 5/04/1973). Em maio de 1981, a Prefeitura de Venâncio Aires assinou um termo de colaboração, em Porto Alegre, com a SDO e com a SURBAM<sup>45</sup> para elaboração do plano diretor (Folha do Mate, 20 de maio de 1981). No dia cinco de janeiro de 1982,

---

<sup>45</sup> A equipe que elaborou o plano era constituída basicamente por arquitetos (José Albano Wolkmer, José Carlos Wommer, Gláé Eva Macalos, Fernando Luzzi Cardoso)

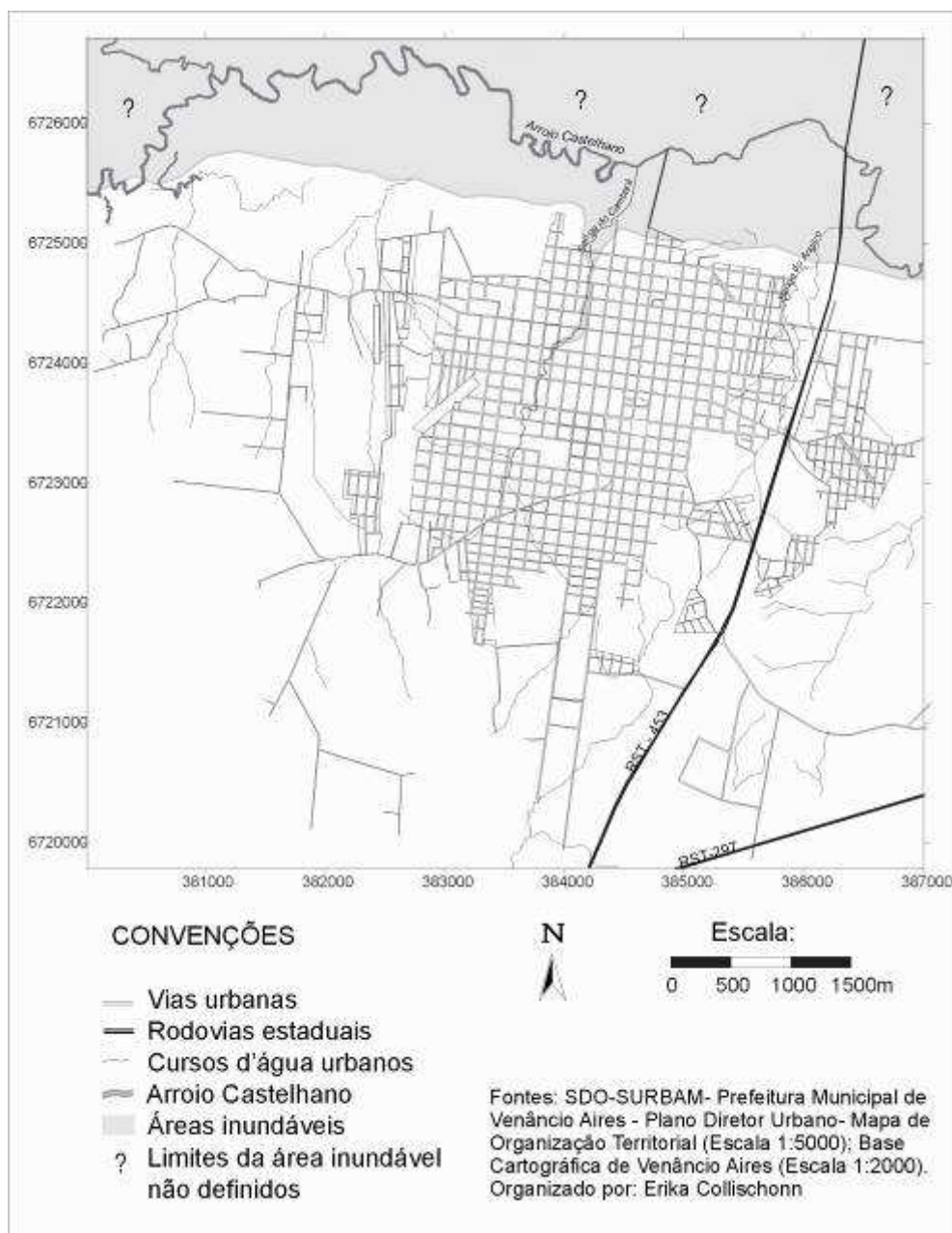
foi aprovado o plano diretor, nos moldes técnicos do planejamento urbano difundido na década de 1970, com uma série de pranchas temáticas.

Neste plano diretor, a equipe técnica chamou atenção para o problema das inundações. Na planta Organização Territorial - Prancha 3 - do Plano Diretor Urbano de Venâncio Aires, os técnicos destacaram as áreas sujeitas a inundação pelo arroio Castelhana. O mapa (Fig. 92) foi elaborado com base nesta planta. Observa-se que foi enfatizada a inundação junto à sanga do Cambará, área para a qual certamente havia mais registros, enquanto as demais reentrâncias da planície de inundação do Castelhana na área urbana não foram consideradas.

Como já constatado em seções anteriores, nos anos 1970 e no início dos anos 1980, havia uma confiança por parte dos técnicos e da opinião pública de que a retificação do arroio Castelhana e o rápido escoamento das águas pluviais da cidade resolveriam os problemas de inundação existentes.

O plano diretor de 1991 não agregou nenhum aspecto novo no que diz respeito às áreas de inundação.





**FIGURA 92 Venâncio Aires - Planta urbana com a identificação de área sujeita a inundação ribeirinha (1982)**

Em 16 de dezembro de 1998, entrou em vigor um novo plano diretor para Venâncio Aires, através da Lei nº 2522, que, a partir de então, passou a servir de orientação e controle do desenvolvimento territorial da área urbana da sede do município. Este plano define um zoneamento da área urbana que inclui uma Zona de Proteção e uma Zona Especial (ZE). Juntamente com este novo plano diretor, entrou em vigor a Lei nº 2523, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. Nesta lei, no capítulo II, seção I, que trata dos procedimentos para realização de parcelamento do uso do solo urbano referente aos loteamentos, há

algumas referências relacionadas ao tema drenagem. No artigo 18 desta lei, consta que, na planta topográfica apresentada pelo interessado para ser loteada, a Prefeitura indicará, quando necessário, as faixas de terreno necessárias ao escoamento superficial, juntamente com outras informações, como: vias existentes ou projetadas, equipamentos de infraestrutura e espaços destinados à recreação e ao uso público municipal. No artigo 22, está escrito que todo projeto de loteamento deverá conter um plano de drenagem de águas pluviais. Já no capítulo III, seção I, que trata das normas gerais de parcelamento do uso do solo urbano, destaca-se, no artigo 49, que não poderão ser loteadas áreas alagadiças ou sujeitas à inundação, bem como florestas e demais formas de vegetação natural, conforme definido no Código Florestal. Em seguida, no artigo 50, consta que, em nenhum caso, o parcelamento do solo poderá prejudicar o escoamento natural das águas e que as obras necessárias ao escoamento serão feitas, obrigatoriamente, nas vias ou em faixas reservadas para este fim. O artigo 51 determina que a Prefeitura poderá exigir, em cada gleba parcelada, quando conveniente, a reserva de uma faixa não edificável, ou em fundo de lote, para redes de água e esgoto e outros equipamentos urbanos, enquanto no artigo 52 é mencionado que os cursos d'água não poderão ser aterrados ou canalizados sem prévia autorização da Prefeitura. Por fim, no artigo 53, consta que, ao longo das águas correntes, será obrigatória a reserva de uma faixa "*non edificandi*" de 15 m de cada lado, salvo maiores exigências da legislação específica.

Juntamente com o plano diretor e a Lei do Parcelamento Urbano, também em 16 de dezembro de 1998, entrou em vigor a Lei nº 2524, que institui o código de obras do município de Venâncio Aires e dá outras providências. No capítulo IX desta lei, que trata dos elementos de construção, destaca-se, na seção I, artigo 26, parágrafo 1º, que não poderão ser aprovados projetos de loteamento, nem permitida a abertura de vias em terrenos baixos e alagadiços sujeitos à inundações, sem que eles sejam previamente aterrados e sem que sejam executadas as obras de drenagem necessárias (requisitos estes registrados em "Termo de Compromisso" assinado pelo loteador, pelo prefeito e por testemunhas); além disso, no 2º parágrafo, consta que os cursos d'água não poderão ser alterados sem o prévio consentimento da Prefeitura Municipal.

#### 4.4.4 O plano diretor pós-Estatuto da Cidade

O Estatuto da Cidade (Lei Federal Nº 10.257 de 10/07/2001) é o marco legal que atualmente regula e ampara as ações e políticas dos governos municipais. Este estatuto regulamenta o capítulo da política urbana da constituição brasileira (art. 182 e art. 183), criando as condições legais para o planejamento urbano e, portanto, garantindo o direito à cidade, isto é, a função social da cidade e da propriedade urbana.

O artigo 2º do Estatuto da Cidade define as seguintes diretrizes: garantia do direito a cidades sustentáveis, o que significa direito à moradia, à terra urbana, ao saneamento ambiental, à infraestrutura, ao transporte público e acesso a serviços como saúde e educação, ao trabalho e ao lazer para as gerações presentes e futuras; gestão democrática, através da participação dos diversos setores da população na definição e no acompanhamento dos planos, dos programas e dos projetos de desenvolvimento urbano; cooperação entre os governos, a iniciativa privada e outros setores no processo de urbanização, priorizando o interesse social; planejamento das cidades de forma a evitar e corrigir as distorções do crescimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente; ordenação no uso do solo para evitar: o uso inadequado dos imóveis urbanos, usos incompatíveis ou inadequados em relação à infraestrutura urbana, a retenção de imóveis para uso especulativo, a deterioração das áreas urbanizadas, a poluição e a destruição ambiental. Estas diretrizes manifestam a necessidade da justa distribuição dos ônus e dos benefícios da urbanização, com o intuito de promover o desenvolvimento econômico e social do município e do território, integrando as áreas rurais e urbanas e respeitando os limites da sustentabilidade ambiental, econômica e social.

Como a Constituição Federal de 1988 também estabeleceu que os municípios de mais de 20 mil habitantes eram obrigados a elaborar ou a re-elaborar planos diretores de desenvolvimento urbano, de acordo com os princípios do Estatuto da Cidade aprovado em 2001, Venâncio Aires entrou no rol de cidades que teve que rever seu plano diretor.

Após ser elaborado, cumprindo as exigências relativas à participação da comunidade e com base nas disposições do Estatuto da Cidade, o novo Plano Diretor Municipal de Venâncio Aires entrou em vigor em outubro de 2006 (LEI

COMPLEMENTAR N° 007, DE 04 DE OUTUBRO DE 2006). O plano contém seis grandes títulos ou temas, cada um deles subdividido em capítulos.

Em conformidade com o Estatuto da Cidade, o ordenamento territorial previsto neste plano diretor abrange todo o território municipal, envolvendo áreas urbanas e áreas rurais. Ainda em consonância com o Estatuto da Cidade, este plano diretor (Título I, capítulo II, artigo 4º) estabelece uma política de desenvolvimento municipal pautada nos seguintes princípios: função social da cidade; função social da propriedade; sustentabilidade; gestão democrática e participativa.

Em princípio, esperava-se que um plano diretor pautado no princípio da sustentabilidade deveria dar mais ênfase à temática ambiental nas políticas urbanas vigentes. O documento destaca a noção de sustentabilidade ampliada, que aborda a sinergia entre as dimensões social, econômica e ambiental do desenvolvimento, no entanto, esta noção ampliada acaba introduzindo, contraditoriamente, uma possibilidade de agravamento dos problemas ambientais, principalmente o das inundações urbanas. A construção desta contradição se apresenta nos próximos parágrafos.

Do título II do plano relativo aos objetivos setoriais da política de desenvolvimento municipal, destacam-se para este fim os capítulos II e III.

No capítulo II, das Políticas Sociais, define-se, nos artigos 22 e 23, que, para solucionar a carência habitacional no município, a política municipal de habitação deve adotar, entre outras, as seguintes diretrizes: democratizar o acesso ao solo urbano e a oferta de terras, a partir da disponibilidade de imóveis públicos e da utilização de instrumentos do Estatuto da Cidade; coibir as ocupações em áreas de risco e nas não edificáveis; garantir a sustentabilidade social, econômica e ambiental nos programas habitacionais, por intermédio das políticas de desenvolvimento econômico e de gestão ambiental; promover a qualificação urbanística e a regularização fundiária dos assentamentos habitacionais precários e irregulares; promover a remoção de famílias que estejam residindo em áreas de risco, em locais de interesse ambiental ou em locais de interesse urbanístico e garantir alternativas habitacionais para estas famílias; recuperar as áreas de preservação ambiental ocupadas por moradia, não passíveis de urbanização e de regularização fundiária.

Também prevê o artigo 24 que o plano municipal de habitação deve conter o cadastro das áreas de risco, das áreas ocupadas e das ocupações irregulares.

No capítulo III, da Política Ambiental Municipal, que tem como objetivos, por um lado, qualificar o território municipal, por meio da valorização do patrimônio ambiental, promovendo suas potencialidades e garantindo sua perpetuação e, por outro, superar os conflitos referentes à poluição e degradação do meio ambiente e ao saneamento, também são definidas, no artigo 26, trinta e seis diretrizes para alcançar esses objetivos, entre as quais, destacam-se as seguintes: implementar as diretrizes correlatas contidas na legislação federal e na estadual; ampliar as áreas integrantes do Sistema de Áreas Verdes do Município; preservar os ecossistemas naturais e as paisagens notáveis; implementar o controle de produção e de circulação de produtos perigosos; implantar parques dotados de equipamentos comunitários de lazer, desestimulando invasões e ocupações indevidas; controlar e fiscalizar a atividade de mineração e dos movimentos de terra no município e a exigência da aplicação de medidas mitigadoras de seus empreendedores; promover a educação ambiental como instrumento para sustentação das políticas públicas ambientais, buscando a articulação com as demais políticas setoriais; promover a qualidade ambiental e o uso sustentável dos recursos naturais, por meio do planejamento e do controle ambiental; incorporar às políticas setoriais o conceito de sustentabilidade e as abordagens ambientais; criar mecanismos de informação à população sobre os resultados dos serviços de saneamento oferecidos; garantir a proteção da cobertura vegetal existente no município e a proteção das áreas de interesse ambiental e da diversidade biológica natural; implementar programas de reabilitação das áreas de risco; garantir a permeabilidade do solo urbano e rural; assegurar à população do município oferta domiciliar de água para consumo residencial e para outros usos, em quantidade suficiente para atender as necessidades básicas e com qualidade compatível com os padrões de potabilidade; proteger os cursos e corpos d'água do município e das áreas de preservação permanente, assim como suas nascentes e matas ciliares; desassorear e manter limpos os cursos d'água, os canais e galerias do sistema de drenagem, com projetos técnicos compatíveis; ampliar as medidas de saneamento básico para as áreas deficitárias, por meio da complementação e/ou ativação das redes coletoras de esgoto e de água; complementar o sistema de coleta de águas pluviais nas áreas urbanizadas do território, de modo a evitar a ocorrência de alagamentos; elaborar e implementar um sistema eficiente de gestão de resíduos sólidos, garantindo a ampliação da coleta seletiva de lixo e da reciclagem, bem como a redução da

geração de resíduos sólidos; garantir a participação efetiva da comunidade visando ao combate e erradicação dos despejos indevidos e acumulados de resíduos em terrenos baldios, logradouros públicos, pontos turísticos, rios, canais, valas e outros locais.

Do título II, do plano relativo, efetivamente, ao ordenamento territorial, que consiste, segundo consta no artigo 33 da mesma lei, *“na organização e controle do uso e ocupação do solo no território municipal, de modo a evitar e corrigir as distorções do processo de desenvolvimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente, o desenvolvimento econômico e social e a qualidade de vida da população”*, destacam-se, no que diz respeito ao problema das inundações, os capítulos I, III e VIII.

No artigo 33, do macrozoneamento, define-se que as macrozonas têm como objetivos, por um lado, qualificar o território municipal, por meio da valorização do patrimônio ambiental, promovendo suas potencialidades e garantindo sua perpetuação e, por outro, superar os conflitos referentes à poluição e degradação do meio ambiente e ao saneamento. No que se refere ao problema das inundações, no artigo 34, o ordenamento territorial prevê: a definição de áreas especiais que, pelos seus atributos, sejam adequadas à implementação de determinados programas de interesse público ou necessitem de programas especiais de manejo e de proteção; a preservação, recuperação e sustentabilidade das regiões de interesse ambiental; a urbanização e a qualificação, em infraestrutura e habitabilidade, das áreas de ocupação precária e em situação de risco.

No capítulo I da seção intitulada “Ordenamento Territorial”, são definidas, primeiramente, três tipos de macrozonas: urbanas, rurais e de preservação ambiental. A Macrozona de Preservação Ambiental, segundo o artigo 39, corresponde às áreas de preservação permanente definidas no Código Florestal Federal, no Estadual e nas demais legislações complementares, bem como a outras áreas que se julgar necessário preservar. Aqui entra a contradição. No anexo I-B do plano diretor, onde estão descritos os critérios de definição e os objetivos de cada uma das macrozonas, bem como os instrumentos urbanísticos que podem ser utilizados para o ordenamento territorial segundo os objetivos propostos, a Macrozona de Preservação Permanente é assim explicitada:

**QUADRO 2 Venâncio Aires - Definição da Macrozona de Preservação Ambiental**

<b>CRITÉRIOS DE DEFINIÇÃO</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>
- ZEIS; - áreas ocupadas e localizadas ao longo do rio Taquari; - áreas ocupadas e localizadas ao longo dos arroios; e - áreas de preservação permanente ocupadas.	- preservação e recuperação ambiental; - deslocamento da população para novas áreas; e - promover habitação de interesse social.	- restrição ao parcelamento do solo; e - restrição ao uso e à implantação de qualquer atividade /empreendimento.

Fonte: LEI COMPLEMENTAR Nº 007, DE 04 DE OUTUBRO DE 2006.

Como está definido no Capítulo XX, artigo 91, do plano diretor de 2006, as Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS) são porções do território destinadas, prioritariamente, à urbanização, à regularização e à produção de habitação de interesse social. Lê-se, portanto, daí que as diretrizes de ordenamento territorial de Venâncio Aires, apesar de priorizarem a preservação e a recuperação ambiental, prevendo até o deslocamento da população para novas áreas, dão margem ao uso das áreas de preservação ambiental para a promoção de habitação de interesse social, o que parece contraditório com o propósito da preservação. Além disso, considerando que a maioria das áreas de preservação permanente é também suscetível às inundações do arroio Castelhana ou de seus afluentes, estas diretrizes tendem a promover o aumento das áreas de risco na cidade.

Entre as diretrizes a serem adotadas para a consecução da Política Municipal de Habitação, no Art. 23 desta mesma lei, também há contradições. Enquanto as primeiras destacam a necessidade de coibir as ocupações em áreas de risco e em áreas não edificáveis, ou de promover a remoção de famílias que estejam residindo em áreas de risco, em locais de interesse ambiental ou em locais de interesse urbanístico e de garantir alternativas habitacionais para essas famílias; uma das últimas dispõe que se recuperam as áreas de preservação ambiental ocupadas por moradia, desde que estas não sejam passíveis de urbanização e de regularização fundiária.

O Plano Diretor Municipal de Venâncio Aires de 2006 é, no geral, muito genérico em suas diretrizes, deixando margem a ajustes entre a atuação do poder público e da iniciativa privada e as aspirações da comunidade. No entanto, nas

seções que normatizam os aspectos construtivos (edificações, sistema viário, afastamentos) o plano diretor é categórico, definindo distâncias, áreas e índices fixos a serem considerados. Assim, considerando o risco, no capítulo VI, artigo 72, lê-se, por exemplo: *“Nos canais fechados, sangas já canalizadas, deverão ser obedecidas uma faixa “non edificandi” com largura de 1,50m (um metro e cinqüenta centímetros) ao longo do canal, em ambos os lados, a partir da parede externa”*. Na mesma perspectiva, no capítulo VIII, artigo 80, lê-se: *“Para edificações em relação à rua Flávio M. Barreto de Mattos deve ser obedecida cota mínima para construção, a oeste cota 29 e a leste cota 28 (cota = relação de altura de terreno), sendo que as cotas menores necessitarão aterro até a cota mínima”*. A Rua Flávio M. Barreto de Mattos é a continuação da Rua Osvaldo Aranha, a norte da cidade, na área que dá acesso a localidade de Grão Pará, a leste da qual se localiza um loteamento de classe média. É *sui generis* que somente para esta rua as cotas menores de 29 ou 28 m sejam consideradas sujeitas à inundação. Há outras áreas em processo de ocupação urbana na cidade, e até ZEIS, que estão abaixo destas cotas; no entanto, não há normatização específica de adaptação às inundações para estas áreas.



## 5.4 SINOPSE DO CAPÍTULO

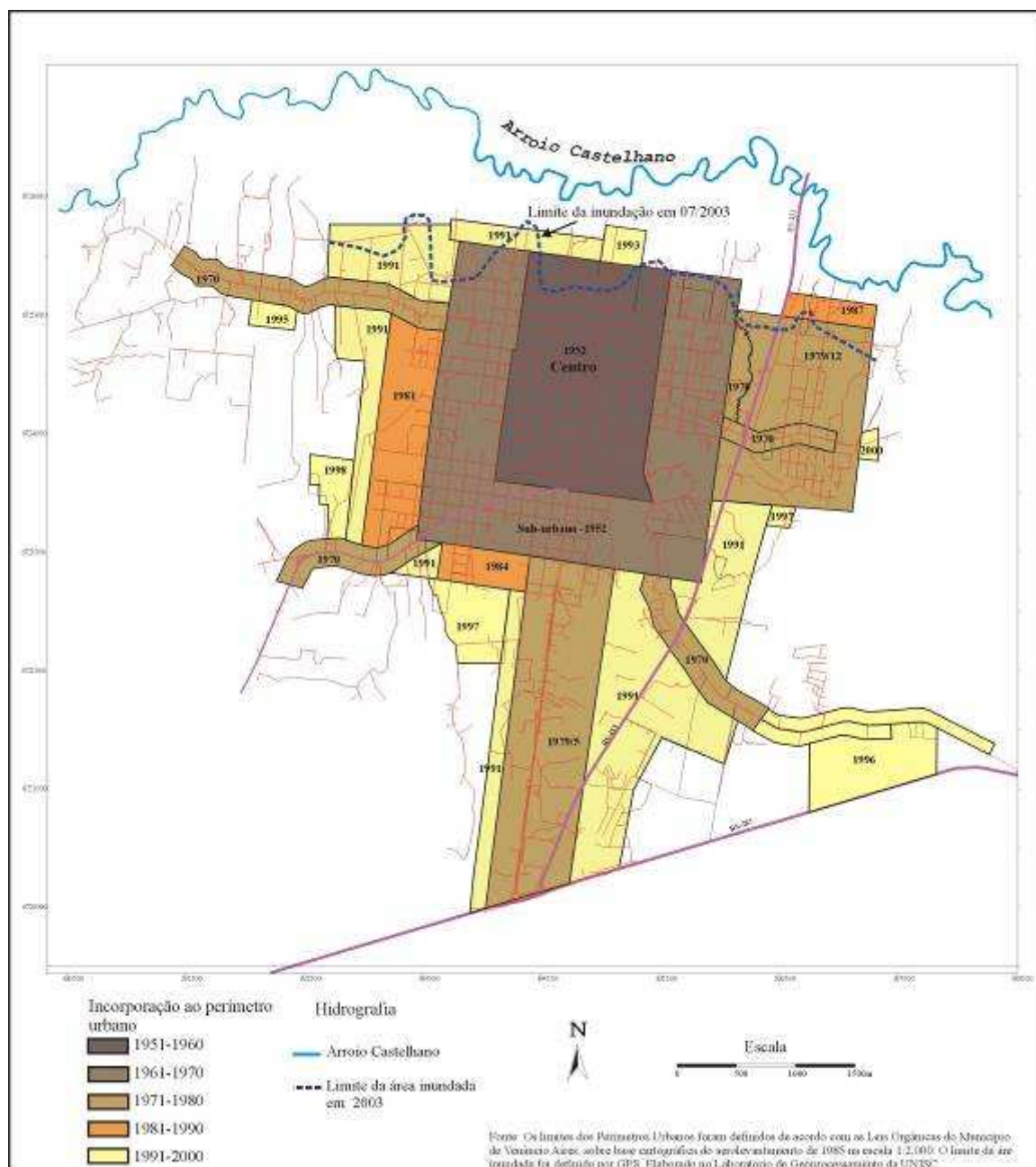
Neste capítulo, partiu-se de duas premissas. A primeira é de que o espaço urbano atual de Venâncio Aires deve ser compreendido como resultado da atividade de uma série de gerações que, através de seu trabalho acumulado, têm agido sobre ele, modificando-o, transformando-o e tornando-o um produto cada vez mais distanciado do meio natural. A segunda é o fato de que, como afirmam Oliveira e Herrmann (2001, p. 150), “*não há desenvolvimento possível sem distanciamento e modificação do chamado ambiente natural*”.

Esta seção procurou desvendar a forma como a sociedade, com seus conflitos políticos em torno da ocupação do território na cidade de Venâncio Aires, definiu seu distanciamento da escassez, da doença e do isolamento, modificando o ambiente natural. Extrair, hoje, deste espaço coberto de adaptações os caminhos naturais da água exige esforço de reconhecimento e de análise, porque o que existe, realmente, é o espaço humano, resultado da sobreposição de inúmeras adaptações sobre o espaço natural ao longo da história. No processo de reconhecimento e de análise, o uso de um sistema de gerenciamento de informações geográficas foi fundamental, por facilitar a sobreposição de informações espacializadas.

A relação entre a ocupação urbana e o sistema hídrico do município de Venâncio Aires foi ganhando contornos diversos ao longo do processo histórico de ocupação do território. Embora as águas superficiais tenham sido sempre um condicionante para a ocupação, também não se caracterizaram em um limitante. A urbanização gerou um aumento crescente de conflitos socioambientais com relação à demanda por ocupação e à necessidade de alocação de água em períodos de chuvas mais intensas. Tais conflitos se exacerbaram a partir da década de 1970 e motivaram uma série de decisões sobre as formas de intervenção, que visavam a amenizar ou eliminar os impactos negativos para a sociedade originados do modo como a mesma ocupou o solo. No entanto, tais intervenções, muitas vezes, surtiram resultados parciais, tendo contribuído, inclusive, para a ampliação do escopo dos problemas existentes. Desta forma, pode-se dizer que, tanto a ocupação urbana

quanto as intervenções no sistema hídrico começaram a gerar riscos crescentes para a população.

O mapa (Fig. 93) apresenta a evolução do perímetro urbano desde a década de 1950 e o limite da área inundada em 2003.



**Figura 93 Venâncio Aires – áreas incorporadas ao perímetro urbano de 1950 a 2000.**

Nota-se que o crescimento da cidade no período de 1950 a 2000 ocorreu preferencialmente nas direções sul, oeste e leste. Para norte, adentrando a planície de inundação, afora a incorporação da área da Vila Battisti ocorrida na década de 1980 (a nordeste), as demais áreas foram anexadas ao perímetro na década de 1990. A figura destaca que estas áreas foram majoritariamente atingidas pela inundação de 2003, ou seja, na década de 1990 a cidade avançou para dentro da área de risco.

A ação humana quanto aos usos e apropriações do solo urbano caracterizou-se por padrões e processos de diferenciação social. A alocação de recursos de forma não igualitária exacerbou-se, principalmente, a partir do momento em que a urbanização passou a ser definida em serviço de algumas empresas hegemônicas. Os dados do Censo 2000 mostraram que Venâncio Aires é uma cidade que tem conseguido garantir condições de habitabilidade aos domicílios no meio urbano, porém, com diferenciações claras entre os setores censitários. A distribuição social da população na cidade confirma o modelo clássico de cidade latino-americana, em que as classes sociais perdem suas capacidades socioeconômicas de maneira crescente, do centro para a periferia. Nos setores censitários da periferia urbana, concentram-se os maiores índices de masculinidade, o maior percentual de crianças, o maior percentual de população economicamente dependente, os maiores índices de necessidades básicas quanto aos domicílios não supridas (precariedade na forma de obtenção de água, destinação imprópria do esgoto e falta de banheiros) e os maiores índices de moradores por domicílio.

Constatou-se, no âmbito do planejamento urbano de Venâncio Aires, que a preocupação com as inundações, entre os técnicos, é anterior aos planos diretores, sendo que, na primeira planta urbana, já foram demarcadas as áreas sujeitas a inundação, processo que se repetiu diante da enchente de 1941. O primeiro plano diretor, de 1982, também deu destaque, em uma prancha, às áreas inundáveis; contudo, enfatizava, ao mesmo tempo, as obras de engenharia construídas para “enfrentar” a natureza. Os planos diretores que se seguiram destacaram áreas muito específicas da cidade, nas quais o cidadão teria de atender certas exigências de aterramento para poder construir, em função da ocorrência de inundações. Isso não significa, entretanto, que estas sejam as únicas áreas da cidade sujeitas a inundação; o que se observa é que se trata de exigências relativas a loteamentos de

classe média, “surpreendentemente” aprovados em área de inundação. Por outro lado, o poder público vem estimulando, desde a década de 1980, a população pobre a ocupar área dentro da planície de inundação, no fim da Rua 7 de setembro. Posteriormente, foram implantados aí loteamentos populares, com a construção de casas, ou por autoconstrução, ou por financiamento pelo poder público. Através do plano diretor pós-Estatuto da Cidade, a área foi transformada em ZEIS, e o loteamento foi ampliado. Ainda sobre o plano diretor elaborado à luz do Estatuto da Cidade, observa-se que os instrumentos urbanísticos foram moldados de forma a manter a expansão urbana sob o controle daqueles que têm acesso à informação técnica e detêm os direitos de propriedade.

## **5 ELEMENTOS PARA O DIMENSIONAMENTO DO RISCO ÀS INUNDAÇÕES**

Os mapeamentos realizados nas etapas anteriores tendem a retratar uma espacialização, ou seja, ao mesmo tempo em que foram se posicionando os fenômenos que ocupam uma extensão no espaço, foram se distinguindo mudanças e diferenciações no processo de transformação espacial.

Neste capítulo, a análise focaliza, inicialmente, os eventos em que se constata a conjunção entre dinâmica natural e dinâmica social, ou seja, quando as inundações de fato ocorrem. Para captar melhor essa condição, trabalha-se com uma perspectiva climática que interpreta a dinamicidade do tempo na dimensão da organização do espaço e no cotidiano da sociedade. Sob esta perspectiva, verifica-se, primeiramente, a correspondência de datas entre o inventário dos eventos de chuva concentrada, considerando os registros meteorológicos, e o das inundações registradas na imprensa local. Em seguida, apresenta-se um esforço no sentido de mapear os locais em que os alagamentos e a inundação ribeirinha ocorrem na cidade de Venâncio Aires. Na sequência, destaca-se o desenrolar de um evento de inundação ocorrido em 2003, desde a sua gênese até as suas consequências em termos de área inundada e de perdas. Também se simulam os transtornos que a ocorrência de uma inundação equivalente à de 1941 causaria.

Na última parte deste capítulo, aborda-se mais detidamente a relação entre dinâmica natural e dinâmica social, mediante uma reflexão sobre as inundações em Venâncio Aires e sobre as áreas de risco identificadas, tendo como suporte a base teórica apresentada anteriormente e todos os dados da dimensão natural e social da área.

## 5.1 EVENTOS PLUVIOMÉTRICOS INTENSOS EM 24 HORAS E INUNDAÇÕES

Os eventos meteorológicos que se afastam dos padrões habituais assumem importância significativa no cotidiano das sociedades, seja pela frequência e pela intensidade de ocorrência dos mesmos, seja pela vulnerabilidade socioambiental das áreas que atingem. Entre os eventos meteorológicos que se afastam do padrão, estão as chuvas intensas em 24 horas, os chamados “aguaceiros” que, normalmente, estão contabilizados nos registros de estações meteorológicas.

Uma dificuldade encontrada nesta pesquisa foi a de que, na bacia do arroio Castelhana, especificamente, não há estações e postos meteorológicos oficiais, somente registros não sistemáticos realizados por agricultores ou pelo corpo de bombeiros. Para uma avaliação efetiva de dados em um período temporal mais longo, seria necessária a utilização de dados das estações ou postos pluviométricos do entorno da Bacia (Quadro 3); no entanto, como pode ser observado, há falta de continuidade no funcionamento destes pontos de coleta.

**QUADRO 3 Estações ou postos meteorológicos de referência para o estudo**

<b>Estação ou posto</b>	<b>Órgão Mantenedor</b>	<b>Período de observação</b>
Santa Cruz do Sul – centro (meteorológica convencional)	Instituto Nacional de Meteorologia	1914-1968
Venâncio Aires – distrito de Mariante (pluviométrica)	Departamento de Portos, Rios e Canais	1972 -1981
Santa Cruz do Sul (termo-pluviométrica)	Pioneer Sementes	1977 - em funcionamento
Santa Cruz do Sul – (meteorológica automática)	Universidade de Santa Cruz do Sul	2004 - em funcionamento

Outra dificuldade encontrada foi a inexistência de dados de pluviógrafos, que, por registrarem os dados de precipitação de forma contínua, permitem calcular a intensidade de chuva (mm/h). Este tipo de registro só passou a existir a partir de 2004, quando da instalação da estação meteorológica da UNISC. Os registros anteriores são oriundos de pluviômetros, cujos dados são coletados apenas uma vez por dia, em horário determinado.

Organizando os dados disponíveis, foi realizada, primeiramente, uma avaliação genérica da ocorrência de eventos com descargas pluviais mais intensas e de sua relação com notícias sobre inundação na cidade de Venâncio Aires. Na sequência

deste subcapítulo, analisa-se um episódio específico, que foi escolhido pelo grau de intensidade pluvial no tempo e no espaço, pela sua repercussão na vida da cidade e pela possibilidade de acompanhamento posterior.

### **5.1.1 Eventos pluviométricos intensos em 24 horas e registros de inundações na imprensa**

Para este exercício, foram utilizados como informação sobre a distribuição temporal da precipitação, os dados da estação meteorológica da empresa Pioneer Sementes, situada no distrito industrial de Santa Cruz do Sul, 20 km ao sul da cidade de Venâncio Aires. É sabido que a altura pluviométrica total de um evento chuvoso é altamente variável no espaço, devido a fatores meteorológicos e topográficos; mesmo assim, este dado foi considerado como um ponto de partida para a avaliação.

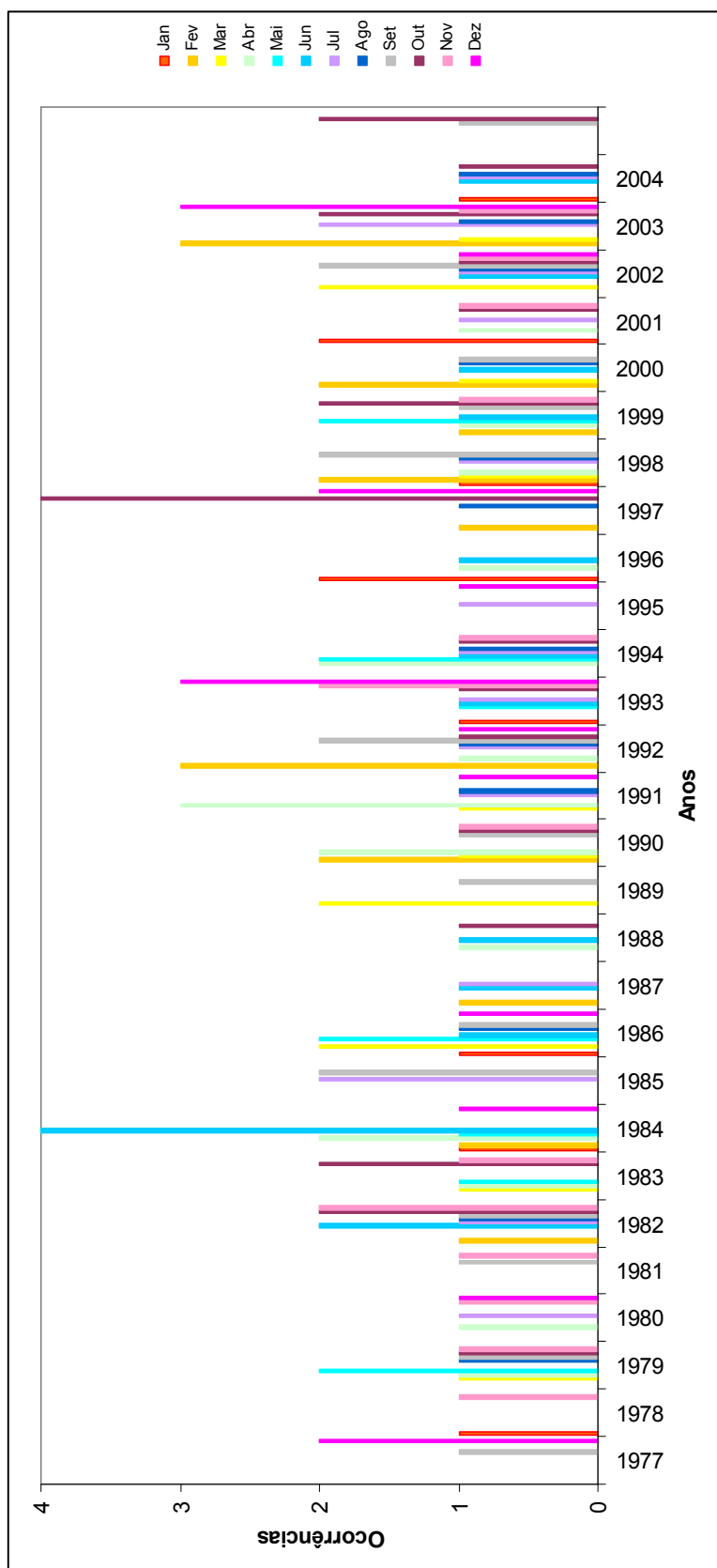
A partir dos totais pluviais diários registrados neste posto pluviométrico, foram selecionadas as alturas pluviométricas acima de 50 mm para um único dia, ou próximas a isso em caso de haver dias consecutivos de chuva. Este valor foi tomado como referência, tendo como base os trabalhos de Brandão (1992) e de Herrmann (1999). Brandão constatou que, para o Rio de Janeiro, com um total pluviométrico de 40 mm, a cidade já se torna suscetível a inundações. Por outro lado, Herrmann (1999) observou que, nas vertentes florestadas da serra do Tabuleiro, são frequentes os escorregamentos diante de episódios pluviais diários superiores a 50 mm. Com base na experiência de Zanella (2006, 122), que registrou, para Curitiba, os episódios com somatória de precipitação de 60 mm em três dias consecutivos, também foram considerados propícios à ocorrência de inundações em Venâncio Aires os períodos em que a somatória de chuvas de dois ou três dias consecutivos foi superior a 60 mm, sempre que, no segundo ou no terceiro dia, a precipitação tenha superado os 30 mm.

Os dados referentes às precipitações superiores a 50 mm em um dia ou a 60 mm em três dias consecutivos registrados na estação meteorológica da Pioneer, assim como seus respectivos dias de ocorrência, foram destacados da série de observações meteorológicas e organizados em planilhas (Anexo 2). Foi calculado o número de vezes em que eventos como estes ocorreram em cada ano e mês (Fig.

94). Este gráfico revela uma variabilidade considerável para o período de 29 anos considerado, tanto na sua distribuição mensal quanto na anual: há anos em que estes eventos ocorrem apenas uma vez, e há outros em que se observam mais de 10 ocorrências.

Quanto aos eventos de chuva concentrada, durante o período observado, identificou-se que estes podem ocorrer em qualquer época do ano, mas há uma maior frequência desses eventos no mês de outubro (23 ocorrências), seguido dos meses de julho (19), setembro e fevereiro (18). O mês de janeiro foi aquele com menor número de registros – somente 10, seguido dos meses de maio, com 11 ocorrências, e de agosto, com 12 ocorrências. O ano em que mais se registraram precipitações superiores a 50 mm foi o de 2003, com 13 ocorrências, seguido dos anos de 1982, 1984, 1992, 1993 e 2002, com 10 ocorrências. Já os anos em que estas chuvas concentradas ocorreram menos, somente duas vezes ao ano, foram os de 1978, 1981 e 1995.





**FIGURA 94** Ocorrências de eventos de chuva concentrada, por mês, de 1977 a 2005 - Posto meteorológico Pioneer Sementes

Uma vez identificadas as datas em que ocorreram eventos de chuva concentrada, foram consultados os arquivos do jornal “Folha do Mate”<sup>46</sup>, de Venâncio Aires. Realizou-se uma varredura em todas as edições entre 1972 e 2003 para verificar se havia alguma notícia sobre inundação na área urbana de Venâncio Aires. A partir de 2003, só foram avaliadas as datas imediatamente posteriores aos dias para os quais havia registro de precipitação igual ou superior a 50 mm. Para o registro das informações, os seguintes dados foram identificados: a) dia da publicação, título da manchete e sua localização no jornal; b) tipo de problema ocorrido – enchente do Castelhana ou alagamento; e c) locais mais atingidos. Além disso, para alguns eventos, há registros fotográficos do cotidiano urbano desorganizado por ocasião das inundações. A partir desse levantamento, foi organizado um arquivo único, contendo texto e imagens. De um modo geral, ao relatarem a ocorrência de chuvas fortes, as notícias referem-se aos estragos gerais causados ao conjunto do município, como inundações em áreas ribeirinhas, alagamentos de ruas e casas, com remoção de famílias para abrigos, perdas de mobília, quedas de árvores, desabamentos de casas, problemas de tráfego de automóveis, perdas de automóveis, danificação de redes elétricas, de água e de telefone. Foram noticiadas, ainda, mortes por afogamento, em função de inundações bruscas. As tabelas, no anexo 3, registram as áreas atingidas, com os principais impactos que sofreram.

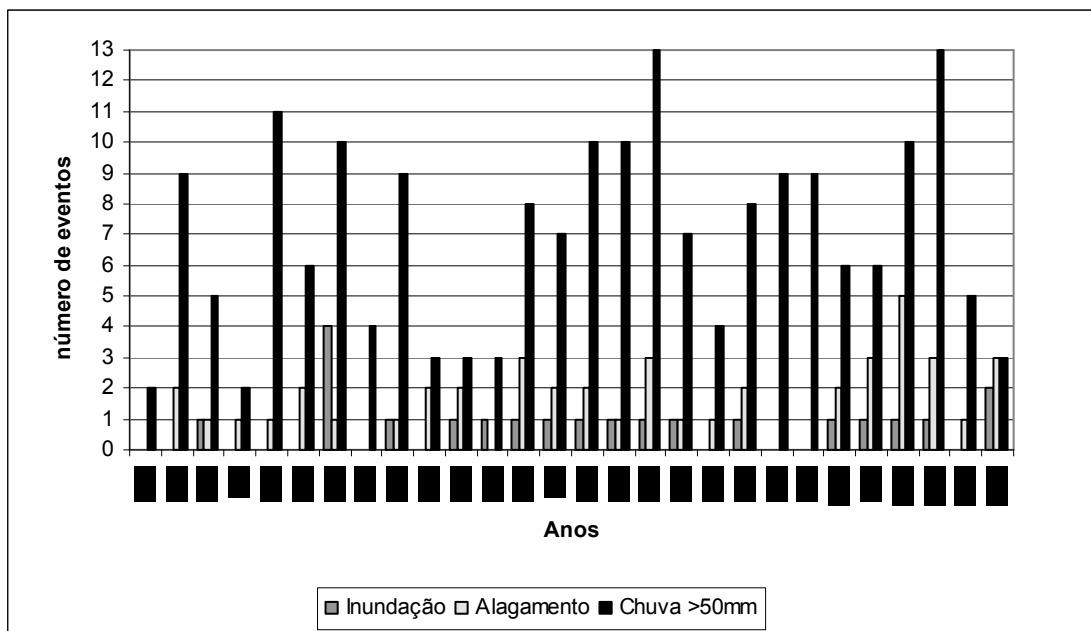
Os dados deste arquivo foram reorganizados em uma planilha, contendo, o número de vezes em que cada tipo de problema ocorreu por ano. A Figura 95 mostra a distribuição por ano do número de eventos de chuva concentrada e o número de vezes em que há registro, no jornal local, de ocorrência de inundação devida à cheia do arroio Castelhana ou de alagamento.

Na observação dos dados, percebe-se que há uma variabilidade grande ao longo do período tanto no número de ocorrências de chuvas concentradas como nos registros de ocorrência de inundação ou alagamento. Também não há uma relação visível entre os dados: houve anos com nove ocorrências de dias com chuva superior a 50 mm, para os quais não há, no entanto, registro no jornal nem de

---

<sup>46</sup> Este jornal foi fundado em 1972 e ainda está em circulação, com duas edições semanais.

enchente, nem de alagamento; em outros anos, para três ocorrências registradas, há dois alagamentos e uma enchente noticiados pelo jornal.



**FIGURA 95** Distribuição dos eventos de chuva concentrada e das notícias do jornal Folha do Mate sobre inundações pelo arroio Castelhana ou sobre alagamento (1978 e 2005)

Assim, a hipótese de que alagamentos e inundações têm uma relação direta com as precipitações superiores a 50 mm não se verifica. O falseamento desta hipótese pode ter relação com os seguintes fatores:

- Há uma variabilidade espacial na distribuição dos totais pluviométricos diários, e, portanto, os dados registrados em Santa Cruz do Sul não correspondem ao que ocorreu em Venâncio Aires.
- Como os dados são de chuvas acumuladas, não se pode saber qual foi a distribuição temporal da chuva ao longo do dia. Provavelmente, 50 mm de chuva, quando bem distribuídos ao longo do dia, não causam o mesmo transtorno que um total equivalente precipitado em meia hora.
- Talvez, em alguns momentos, o jornal não tenha acompanhado com a devida atenção os eventos ocorridos; em outros, por pressão política, ele pode não ter dado ênfase aos problemas resultantes das inundações.

d) O alagamento ou inundação não foi de grandes proporções, não causando danos ou prejuízos significantes, tendo a água escoado mais rapidamente que em outros eventos. Por isso, não mereceu, na avaliação dos editores do jornal, menção ou reportagem a respeito.

Guardadas, pois, as devidas limitações, os resultados obtidos a partir das informações coletadas nos jornais foram esclarecedores na tarefa de evidenciar os fatos e ofereceram o suporte necessário à análise pretendida.

### **5.1.2 Indicativos de áreas com risco de inundações a partir dos registros na imprensa**

Ainda que a relação entre as datas de registro de precipitações superiores a 50 mm e as de registro de alagamentos e inundações na cidade de Venâncio Aires não tenha se confirmado, o acompanhamento da dinâmica de ocupação urbana, do rearranjo da drenagem local e das enchentes e alagamentos, através da pesquisa no jornal Folha do Mate, desde as suas primeiras edições em 1972 até hoje, trouxe resultados.

No mapa (Fig. 96) está registrado, em vermelho, o inventário de todas as áreas que, em uma ou mais vezes, foram notícia no jornal Folha do Mate (de 1972 até 2005) devido a ocorrência de inundação.

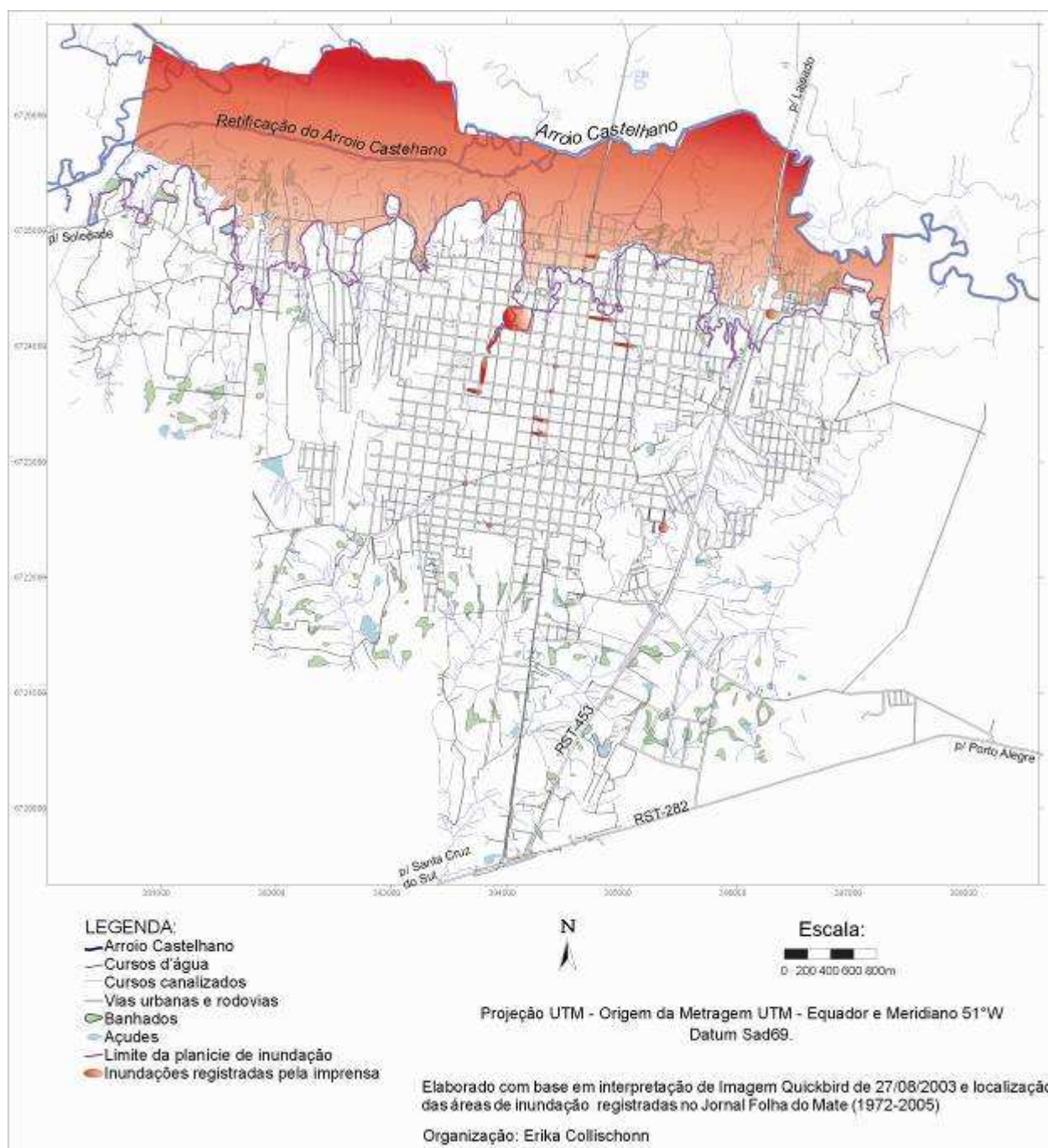
Este mapeamento não poderia ser usado diretamente para a identificação de áreas de risco, porque trinta anos foram cristalizados<sup>47</sup> neste espaço, que é dinâmico no tempo, mas, quando acoplado ao inventário que lhe deu origem, o mapeamento permite verificar a dinâmica das inundações e de suas áreas de ocorrência na cidade. Neste sentido, quanto aos alagamentos, constatou-se, primeiramente, que há algumas áreas na cidade em que estes eventos ocorrem desde a década de 1970 e que, mesmo depois de tomadas medidas estruturais para solucionar o problema, voltam a ser atingidas, à medida que se amplia a área

---

<sup>47</sup> Trata-se de registros de três décadas sobre um mapa atual. Os alagamentos não necessariamente continuam ocorrendo em todos os locais destacados em vermelho.

impermeabilizada. Além disso, a cada década, surgem novas áreas de alagamento, ou porque estes não ocorriam anteriormente, pois havia menos áreas impermeabilizadas a montante, ou porque a cidade se expandiu para áreas em que as sangas ou córregos saíam do leito de escoamento, mas não causavam transtornos, porque não havia ocupação humana. Assim, ainda que o número de notícias sobre alagamentos não tenha aumentado consideravelmente, este processo hidrológico atinge cada vez mais áreas dentro da cidade, devido ao descompasso entre o crescimento urbano e o sistema de drenagem urbana.

Por outro lado, quanto às enchentes, com as consequentes inundações ribeirinhas, constatou-se, através de registros históricos, que as duas principais ocorridas no arroio Castelhana (do ponto de vista da altura de água) aconteceram em maio de 1941 (ocorrência gradual) e em março de 1974 (ocorrência repentina, provocada por uma chuva de quatro horas de duração). Não há, depois destas, registros de enchentes da mesma magnitude.



**FIGURA 96 Venâncio Aires – Áreas inundadas, segundo registros da imprensa entre 1973 e 2007**

### **5.1.3 Episódio pluvial intenso de 8 de julho de 2003 na bacia do arroio Castelhana, RS**

Nesta seção, pretende-se focar um evento que teve impacto na realidade cotidiana da área em estudo, aprofundando sua gênese e avaliando sua distribuição sobre a bacia do arroio Castelhana (e a extensão da inundação dele decorrente na cidade de Venâncio Aires). Tal evento foi vivenciado quando da realização da “Atualização do Cadastro Imobiliário Urbano de Venâncio Aires”, em 2003. O episódio pluvial intenso ocorrido o dia oito de julho daquele ano desencadeou perdas materiais e humanas: falta de água e de energia elétrica, queda de pontes, interrupção da comunicação via telefone, bloqueio dos acessos rodoviários ao interior do município, inundação de três mil residências na área urbana da sede e uma morte.

A ideia inicial de avaliação desse evento climático, que se configurou como perigo em Venâncio Aires, era partir das diretrizes propostas por Monteiro (1971), principalmente da representação concomitante dos elementos fundamentais do clima, para os horários TMG, para o dia do evento e para alguns dias antes dele, compatíveis com a representação da circulação atmosférica regional, geradora dos estados atmosféricos que se sucedem. No entanto, surgiram algumas dificuldades. A estação meteorológica da Universidade de Santa Cruz do Sul estava em fase de instalação em julho de 2003, mas ainda não estava operando. O único dado efetivo que se obteve foi o de precipitação. O pluviômetro dos bombeiros de Venâncio Aires registrou, das 9 horas do dia oito de julho às 9 horas do dia nove de julho de 2003, 101,6 mm de chuva. Na falta de uma rede de postos meteorológicos que permitissem a representação da distribuição espacial dos dados registrados, trabalhou-se com estimativas definidas com base nos dados coletados pelo satélite TRMM, que também permitem uma espacialização do dado.

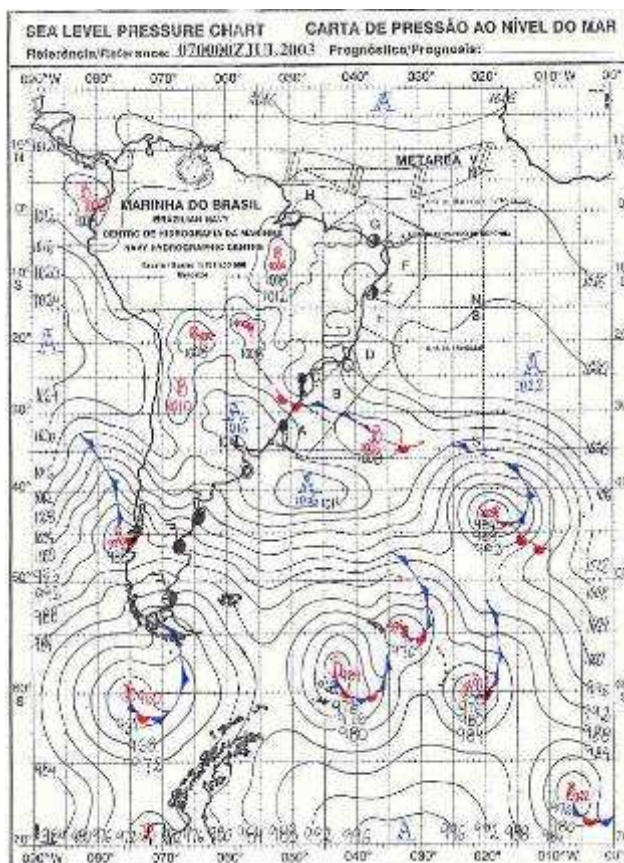
Na primeira parte desta subseção, avalia-se a circulação atmosférica que propiciou a ocorrência do evento e, na segunda parte, o desenrolar do evento e seus impactos.

### 5.1.3.1 Circulação atmosférica regional

Na tentativa de compreender os sistemas produtores do tempo que desorganizaram a rotina de uma parcela significativa de habitantes de Venâncio Aires, recorreu-se à revista *Climanálise*, do INPE, e às cartas sinóticas da Marinha daqueles dias.

A revista *Climanálise* (2003, p.23-24) não destaca nenhum tipo de circulação anômala para o mês de julho de 2003, destacando apenas a sucessão habitual de frentes e de massas de ar. Também não faz referência a características e movimentos fora da normalidade na atmosfera superior. Segundo consta, o jato subtropical apresentou, em julho, magnitude média inferior a 40 m/s entre as latitudes 25°S e 40°S, na América do Sul; consta, ainda, que este jato foi mais intenso (magnitude de até 70 m/s) no período entre o dia primeiro e o dia três de julho. Com atuação sobre o norte da Argentina e sobre o Uruguai, a corrente de jato favoreceu o rápido deslocamento de um sistema frontal para o Oceano Atlântico, de maneira que este primeiro sistema do mês nem atingiu a área central do Rio Grande do Sul. Mas, no dia cinco de julho uma frente fria passou rapidamente sobre o Rio Grande do Sul, deslocando-se para nordeste, e, pelo litoral, alcançou Ubatuba-SP. Nos dias seis e sete de julho, uma massa de ar frio atuou somente no sul do Rio Grande do Sul, enquanto o centro-norte do estado e o litoral dos estados de SC e PR apresentaram somente um aumento de nebulosidade. Pela carta sinótica das 00 horas TMG do dia sete (21h do dia seis, pelo horário oficial de Brasília), este aumento de nebulosidade parece estar relacionado à formação de uma frente quente e ventos do quadrante norte (Fig. 97).



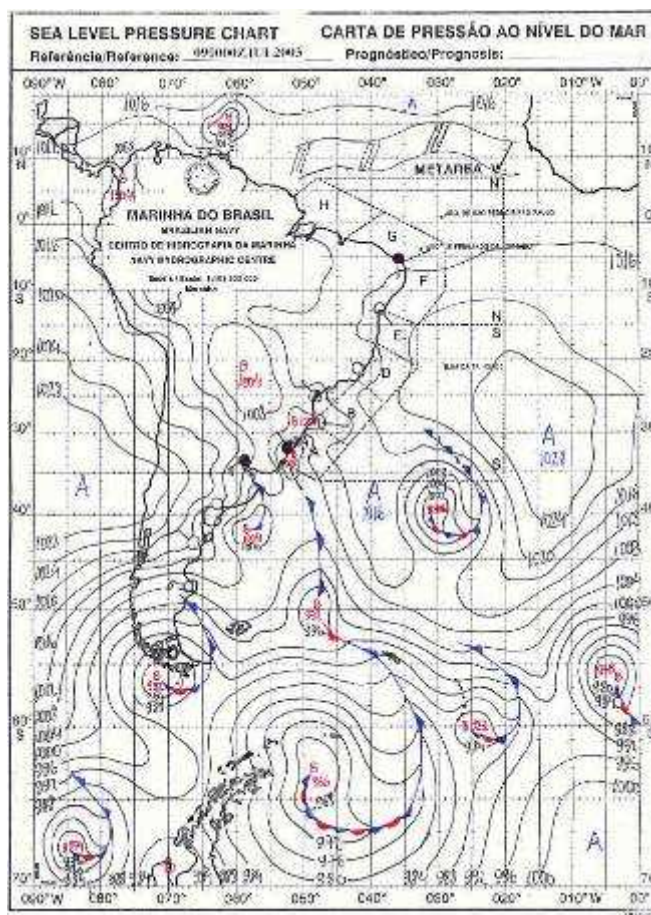


Fonte: <http://www.mar.mil.gov>

**FIGURA 97** Carta sinótica de 7/07/2003 0h TMG

No dia oito, segundo a Climanálise (2003, p.18), a formação de um sistema de baixa pressão em superfície causou ventos fortes, chuvas intensas e granizo em localidades próximas a Porto Alegre. Este sistema de baixa pressão se visualiza na carta sinótica de 0h TMG do dia 9/07/2003 (Fig. 98). A carta indica uma baixa pressão de 1004 Hp, com um cavado a 28°S e 50°W e outro cavado a 29°S e 44°W.

Há também outra baixa no Chaco, a 21°S e 58°W.



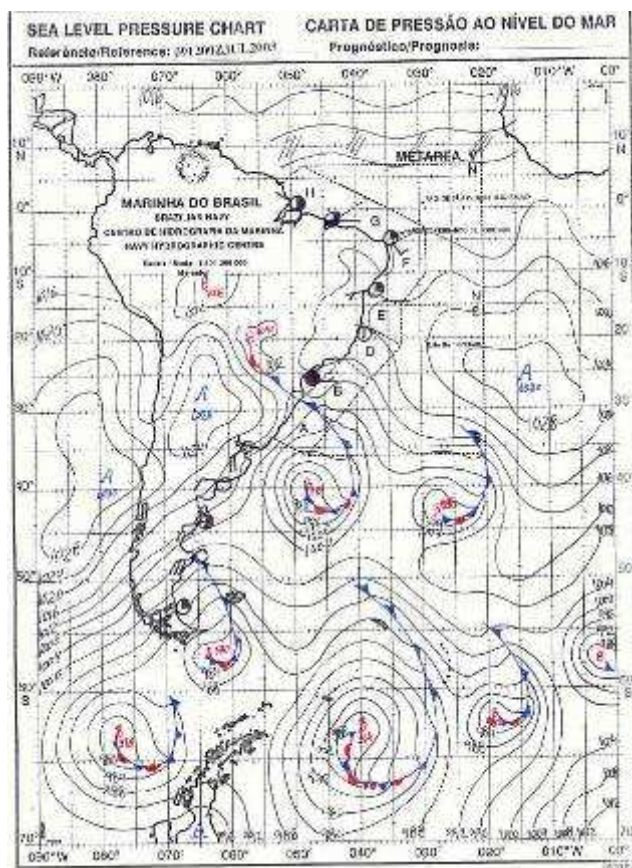
**FIGURA 98** Carta sinótica de 9/07/2003 0h TMG  
 Fonte: <http://www.mar.mil.gov>

Ainda segundo a revista *Climanálise* (2003, p.18 e 22), esse sistema de baixa pressão configurou-se como frente fria no litoral do Paraná no dia 9/07/2003. De nove a doze de julho, uma massa de ar frio continental passou a dominar sobre o sul do Brasil (*CLIMANÁLISE*, 2003, p.23).

Cabe destacar, por fim, o que consta com relação ao comportamento da precipitação para o mês de julho de 2003, na Região Sul:

“Na maior parte da Região, a chuva ficou a baixo da média histórica. Entretanto, dois episódios de chuvas intensas causaram grandes prejuízos na Região Sul, durante a primeira quinzena de julho. Em Curitiba-PR, foram registrados aproximadamente 60mm de chuva e até 50cm de acúmulo de granizo, em duas horas, no dia 07. No dia 09, em São Francisco de Paula-RS, houve chuva com precipitação de granizo, porém os maiores danos foram decorrentes dos ventos fortes que destruíram muitas casas na cidade”. (*CLIMANÁLISE*, 2003, p. 17-19).

Este episódio de vento forte em São Francisco de Paula ocorreu nas primeiras horas da madrugada do dia nove de julho de 2003. Às 9 horas da manhã, a frente já não atuava mais sobre o Rio Grande do Sul (Fig. 99).



**FIGURA 99** Carta sinótica de 9/07/2003 12h TMG  
 Fonte: <http://www.mar.mil.gov>

Através de informações obtidas da Climanálise (2003) e das cartas sinóticas da Marinha, a sequência dos tipos de tempo no sul do Brasil, entre os dias 7 e 9 de julho de 2003, é típica da passagem de uma depressão frontal marcada, inicialmente, pela formação de uma frente quente; em seguida, pelo domínio de um sistema de baixa pressão; e, por fim, pela atuação da frente fria. Esta circulação atmosférica aparentemente normal, segundo a configuração das pressões em superfície, apresentou, porém, tipos de tempo raros em diferentes localidades sob o mesmo domínio atmosférico. Este fato nos estimulou a buscar um entendimento da circulação atmosférica com base em novas perspectivas.

No SIBRADEN (Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais), em setembro de 2004, Nascimento<sup>48</sup> apontou para uma nova perspectiva de entendimento dos eventos relacionados a precipitação intensa em poucas horas, granizo e rajadas de vento destrutivas no sul do Brasil. Em sua apresentação, intitulada “Previsão de tempestades severas utilizando-se parâmetros convectivos modelos de mesoescala: uma estratégia adotável no Brasil?”, Nascimento mostrou dois fenômenos meteorológicos, um deles ocorrido no dia seis de julho de 2003, em Curitiba, e o outro, no dia oito de julho de 2003, em São Francisco de Paula, que poderiam ser considerados tempestades severas.

Segundo Moller (1994) apud Nascimento (2003, p. 113), tempestades convectivas severas são aquelas “*capazes de gerar granizo grande (com pedras de 2cm ou mais ao atingirem a superfície) e ou rajadas de vento com força destrutiva (velocidade acima de 50kt/26m s<sup>-1</sup>) e/ou tornados*”. Esta é a definição clássica de tempestade severa de latitudes médias, segundo Nascimento (2003, p. 114), que não necessariamente é a única ou a melhor definição para o Brasil (na Austrália, os meteorologistas incluem chuvas intensas e enchentes repentinas na definição de tempo severo). A tempestade severa está relacionada a uma célula de convecção (úmida) que se estende por toda a troposfera, o que os meteorologistas chamam de convecção profunda, que resulta da liberação potencial convectiva disponível (atmosfera convectivamente instável). A ocorrência de tempestades severas é mais frequente nas médias latitudes do hemisfério norte, mas os meteorologistas reconhecem, desde a década de 1970, que os setores subtropical e de média latitude, a leste da Cordilheira dos Andes, na América do Sul, são sujeitos à ocorrência de tempestades convectivas severas. Também a área que abrange Paraguai, Uruguai, Nordeste da Argentina e sul do Brasil foi identificada como uma das regiões do mundo com condições atmosféricas potencialmente favoráveis à ocorrência de tempestades severas, incluindo tornados (Nascimento, 2003).

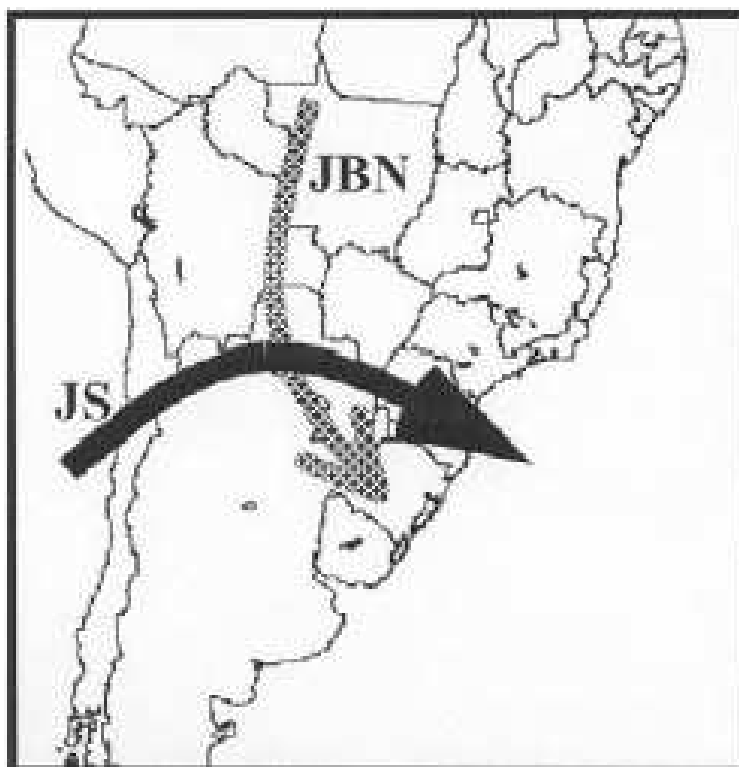
Apesar de não ter ainda realizado um estudo específico sobre os eventos ocorridos no Rio Grande do Sul no dia oito de julho de 2003, Nascimento (2003)

---

<sup>48</sup> Na apresentação intitulada “Previsão de tempestades severas utilizando-se parâmetros convectivos modelos de mesoescala: uma estratégia adotável no Brasil?”, que fez parte da mesa-redonda “Monitoramento climático e previsão meteorológica” no Sibraden, 2004.

indica que os fenômenos meteorológicos pontuais ocorridos em Curitiba e São Francisco de Paula estão relacionados a um tipo de condição atmosférica presente em uma extensão vertical mais vasta. Mas que condição é esta, que não se mostrou nas cartas sinóticas de superfície, nem nas previsões de tempo?

Segundo Nascimento (2004, p 115), “um dos diversos fatores atmosféricos que colaboram para o disparo da convecção profunda (ocasionalmente severa) nesta parte do mundo é o estabelecimento, a leste dos Andes, de uma circulação atmosférica do tipo jato de baixos níveis (JBN) de norte, especialmente entre a primavera e o outono austrais”. Esse jato de baixos níveis de norte pode contribuir de várias formas para a convecção severa, como apresentado em uma série de trabalhos (NASCIMENTO, 2003, 2004 e 2005). Primeiro, efetuando transporte de umidade proveniente da Amazônia para latitudes altas, o que aumenta a oferta de umidade na camada limite planetária e favorece a desestabilização da atmosfera, ambos ingredientes necessários para tempestades. Segundo, a presença do JBN permite, ocasionalmente, o acoplamento com o jato subtropical formado nos ventos de oeste em altos níveis, sendo este um mecanismo dinâmico relevante para o desenvolvimento de tempestades severas. No croqui (Fig. 100), está esquematizada a estrutura dinâmica comumente observada na América do Sul nos períodos de maior atividade convectiva.



**FIGURA 100** Trajetória do jato subtropical e do jato de baixos níveis em períodos de grande atividade convectiva.

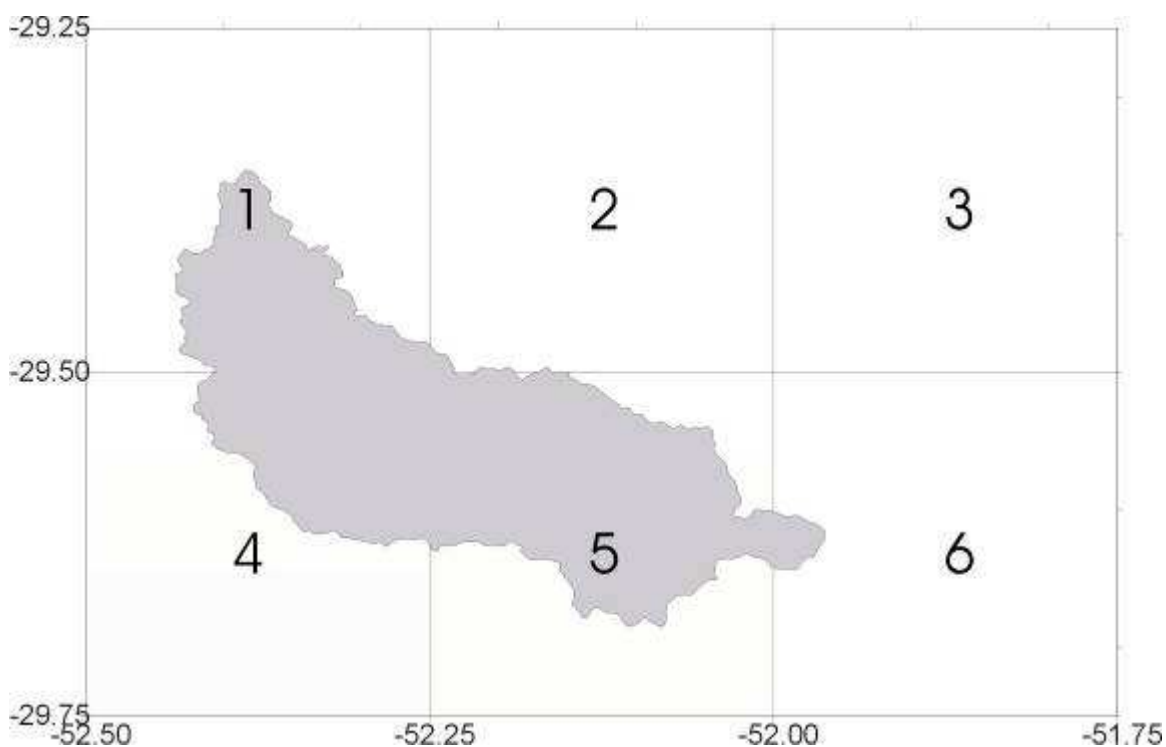
Fonte: NASCIMENTO, 2003.

Os eventos causados por este mecanismo, por serem relativamente raros, em comparação com outros sistemas meteorológicos (como sistemas frontais, por exemplo), também não são detectados pelos mesmos instrumentos utilizados para definir os padrões atmosféricos mais corriqueiros. Para se identificar uma convecção profunda, a estratégia operacional passa por sondagens atmosféricas, por modelos numéricos de mesoescala, por satélites meteorológicos e por redes de observação em mesoescala.

Na sequência descreve-se o episódio pluvial intenso ocorrido em Venâncio Aires.

### 5.1.3.2 A distribuição da precipitação por estimativa

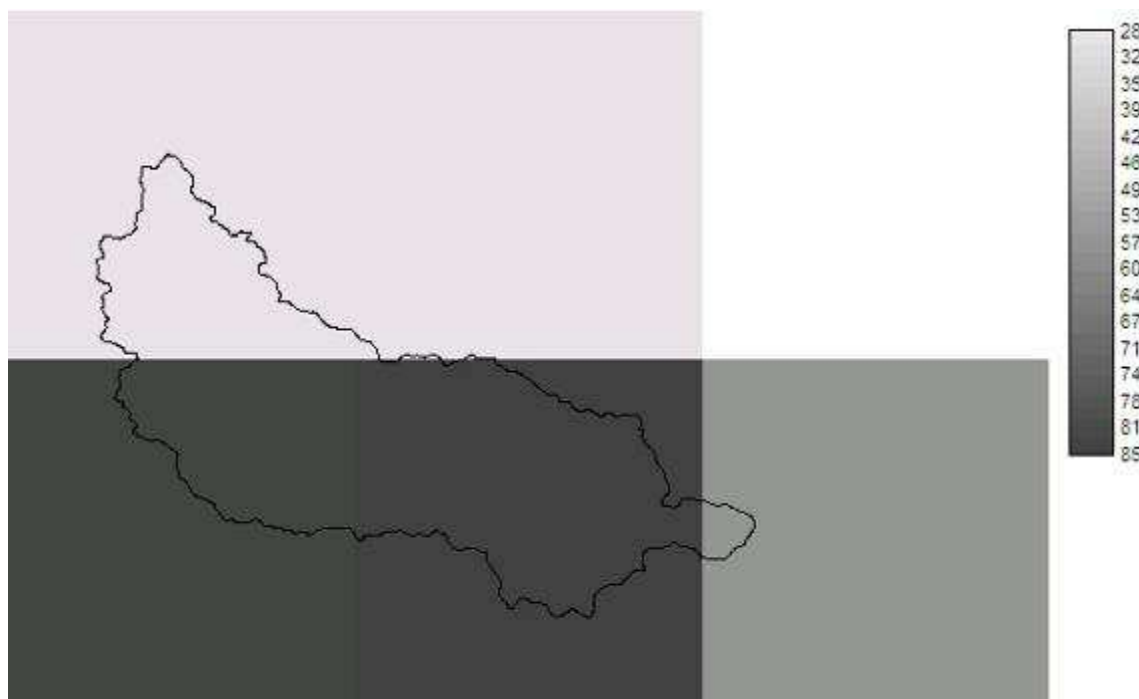
Como já apresentado anteriormente, pode-se obter estimativas de precipitação horária, calculadas com base nos registros do satélite TRMM. A bacia do arroio Castelhana abrange parte de cinco células (*pixels*) da imagem TRMM. As células cujos dados estimados de chuva devem afetar mais significativamente a vazão do arroio Castelhana são as de números 1, 4 e 5 (Fig.101). Observa-se também que, para a escala da Bacia, o dado não permite distinguir características locais muito peculiares, mas é o dado de melhor resolução que se pôde obter.



**FIGURA 101 – Células obtidas do satélite TRMM que cobrem a bacia do Castelhana**

Pela manhã do dia oito de julho de 2003, não há indicação de chuva, mas, à tarde do mesmo dia, há registro de precipitação concentrada. Entre as 13h30min e as 16h30min, choveu, em média, 85 mm na célula 5, 84 mm na célula 4, 56 mm na célula 6 e 29 mm nas células 1 e 2 (Fig. 102). Entre as 16h30min e as 19h30min, choveu 36 mm na célula 1, 32 mm na célula 2, 32 mm na célula 4, 30 mm na célula 5 e 35 mm na célula 6. Por fim, entre as 19h30min e as 22h30min, choveu 16 mm na célula 1, 15 mm na célula 2, 12 mm na célula 4, 15 mm na célula 5 e 13 mm na

célula 6. Assim, neste dia, entre as 13h30min e as 22h30min, em 9 horas, portanto, choveu, em média, 81 mm para a célula 1, 76 mm para a célula 2, 128 mm para a célula 4, 130 mm para a célula 5 e 107 mm para a célula 6.



**FIGURA 102** Distribuição da precipitação entre as 13h30min e as 16h30min do dia 8/07/2003, segundo estimativas TRMM na área em que se localiza a bacia do Castelhana.

Na tarde e na noite de terça-feira, oito de julho de 2003, ocorreram fortes chuvas nas nascentes e no alto e médio curso do arroio Castelhana e em seus afluentes, conforme foi apresentado na seção anterior. Na cidade de Venâncio Aires, registrou-se um total de 101,6 mm de chuva em 12 horas. Além das estimativas do satélite TRMM para as áreas a montante da cidade de Venâncio Aires, têm-se como registros os comentários sobre o efeito da chuva nas calhas dos rios, no jornal local:

“O empresário Acélio Gass [...] se instalou no local há 16 anos e nunca viu fúria igual das águas do Castelhana”.(Jornal Gazeta do Sul, 10/07/2003).

“O volume foi muito elevado e juntou tudo de uma vez”. (Jornal Gazeta do Sul, 10/07/2003).

Em função da chuva torrencial na área do alto curso do arroio Castelhana, na localidade de Linha Lucena, uma criança que voltava da escola foi arrastada pela correnteza das águas ao tentar transpor um pequeno córrego, que normalmente não



apresentava perigo algum. Seu corpo só foi encontrado a cinco quilômetros deste local.

Na área urbana de Venâncio Aires, apesar do alerta da Defesa Civil, a cheia pegou muitos moradores desprevenidos durante a madrugada de 9/07/2003, nas áreas próximas ao arroio Castelhana. As equipes de ajuda tiveram de bater nas portas de muitas casas alagadas para acordar as famílias. Os bairros mais atingidos foram União, Santa Tecla, Battisti e Morsch (Figs. 103 e 104). Segundo os cálculos da Defesa Civil, três mil casas foram inundadas, além de fábricas, depósitos e supermercados.



**FIGURA 603** Rua do bairro União inundada em 9/07/2003

Fonte: Assessoria de Comunicação da PMVA.



**FIGURA 104 Rua do bairro Centro inundada em 9/07/2003**

Fonte: Assessoria de Comunicação da PMVA.

#### 5.1.3.3 Áreas e imóveis atingidos pela inundação

Dias após este evento, foram registradas com GPS as marcas deixadas pela inundação. Comparando-se, posteriormente, a posição das marcas com as cotas altimétricas, verificou-se que a lâmina de água apresentava um desnível de montante para jusante. A cota da enchente, pelo posicionamento da marca, era de 29,5 m na parte leste da cidade e de 31 m ou mais no Bairro Santa Tecla, a oeste. Também foi registrada uma reentrância da inundação na área urbana, em uma área que, pelo modelo digital de terreno elaborado com base nas curvas de nível, não foi possível identificar.

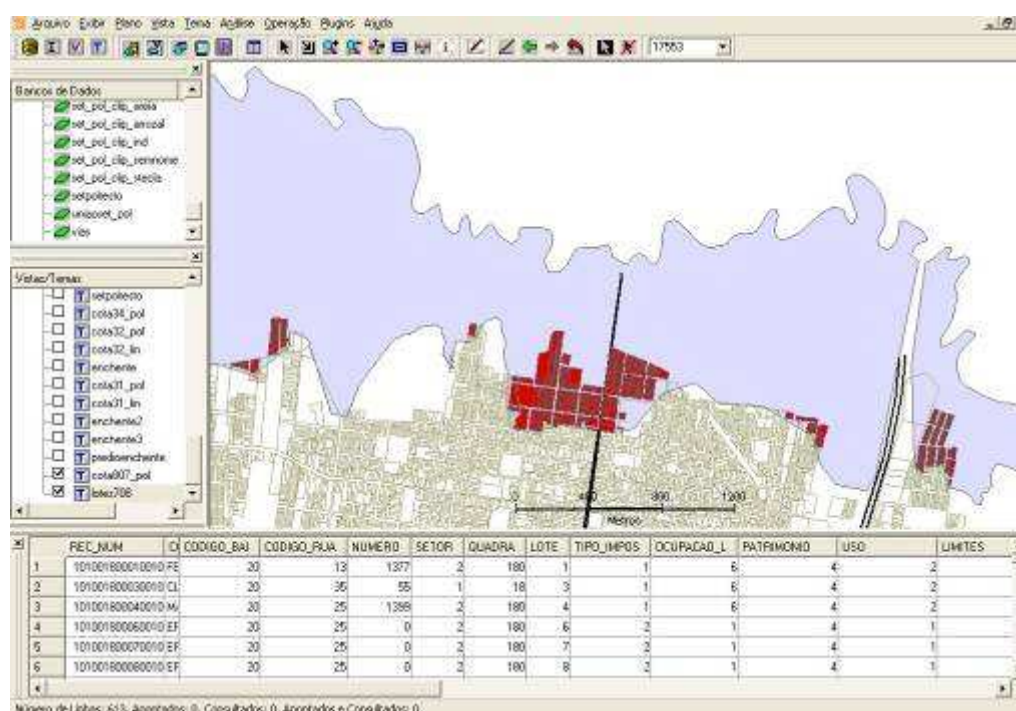
A área inundada resultante deste episódio foi definida como um polígono, que foi utilizado como referência em cruzamentos no Banco de Dados Geográficos com os planos de informação dos lotes, das edificações e dos setores censitários (vide Anexo 4) .

Em uma primeira etapa, com base nas características dos lotes e edificações computadas, segundo constam no cadastro imobiliário (vide Anexo 4), foram

estimados o número e a tipologia de lotes e edificações afetadas, cruzando estas informações com dois episódios de inundação. Isto foi realizado no Banco de Dados Geográficos TerraView, através de consultas espaciais que utilizam a geometria presente nos temas de interesse e de operações topológicas.

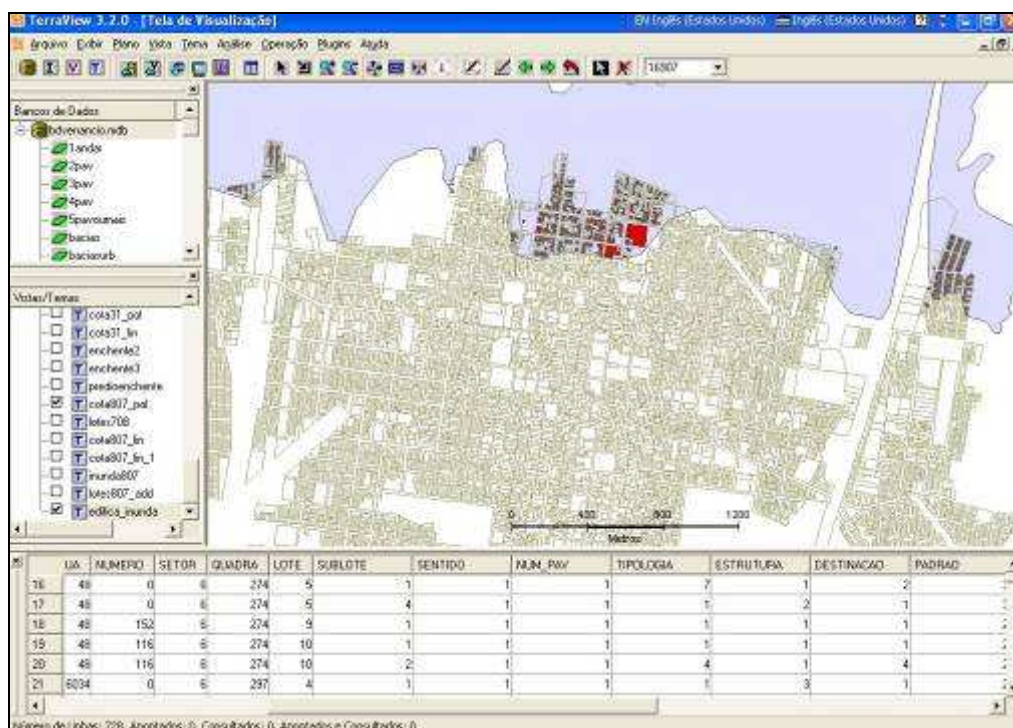
Consultaram-se, primeiramente, os polígonos dos lotes que se apresentavam no interior do polígono da área inundada. O resultado é apresentado na Figura 105. O polígono em azul representa a área inundável, os retângulos pretos vazados são os lotes urbanos, e os retângulos em vermelho, os lotes inundados.

Como resultado desta consulta, constatou-se que 613 lotes foram atingidos diretamente nesta inundação, sendo que outros 131 foram parcialmente inundados.



**FIGURA 105 Consulta espacial - Polígono da inundação de 2003 x lotes urbanos**

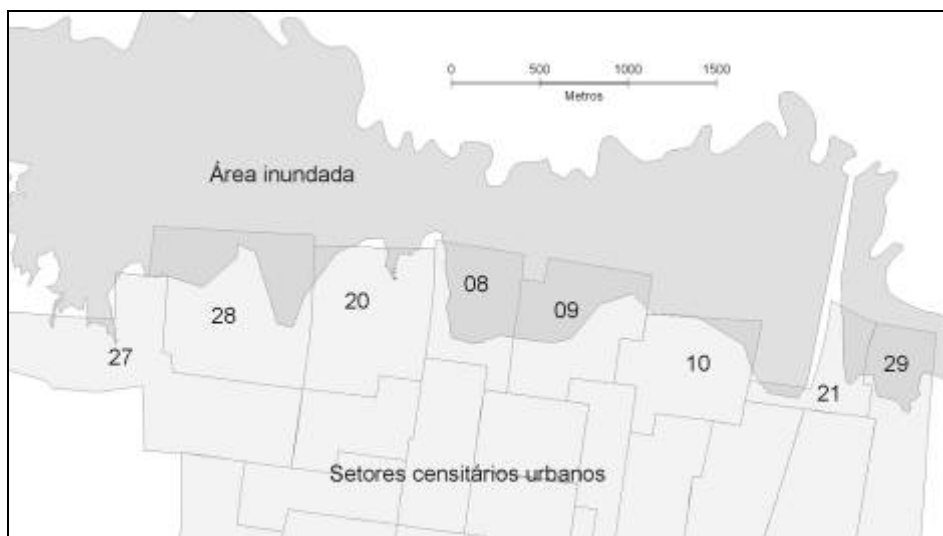
Em uma segunda consulta espacial realizada (Fig. 106), considerando as edificações existentes nos lotes que se encontravam na área inundável, verificou-se que 727 delas foram, de alguma forma, atingidas; entre elas havia 585 casas, 36 lojas e 13 apartamentos.



**FIGURA 106 Consulta espacial - Polígono da inundação de 2003 x edificações urbanas**

Em etapa seguinte, realizou-se a sobreposição do polígono da área inundada nesta enchente com o tema referente ao plano de informação dos setores censitários urbanos (Fig. 107).

Para este mesmo episódio de inundação, a Defesa Civil local calculou que três mil casas foram inundadas e que duzentos e cinquenta pessoas buscaram abrigo em residências de vizinhos e parentes (Jornal Folha do Mate, 10/07/2005, p. 8). As causas da discrepância entre os números obtidos na simulação realizada e os dados da Defesa Civil devem ser de duas ordens. Por um lado, é possível que alguns lotes ou edificações não tenham sido devidamente traçados no mapa. Por outro lado, a coordenadoria da Defesa Civil chegou ao número de 3.000 casas com vistas ao estabelecimento de “situação de emergência” pelo prefeito da municipalidade. O cômputo da Defesa Civil deve ter se baseado não só nas áreas atingidas na cidade de Venâncio Aires, mas nas áreas atingidas em todo o município.



**FIGURA 107 Consulta espacial - Polígono da inundação de 2003 X setores censitários em 2000**

O exemplo demonstra que a organização de um sistema de informações geográficas que incluísse outros planos de informação, além da demarcação fundiária atualizada, permitiria a geração de produtos conforme as solicitações dos mais variados clientes ou usuários, como, por exemplo, esta da coordenadoria da Defesa Civil.

## **5.2 A INUNDAÇÃO REFERÊNCIA E SUAS POSSÍVEIS CONSEQUÊNCIAS ATUAIS**

Esta parte teve como objetivo reconstruir a distribuição espacial da inundação de um episódio de precipitação intensa e continuada, em que o volume de água precipitado foi tanto, que não só o arroio Castelhana superou sua capacidade de drenagem e o excesso ocupou a planície de inundação, mas todos os rios da bacia do Jacuí registraram seu máximo histórico. Os episódios foram os de maio de 1941 e de julho de 2003.

Em Venâncio Aires, a área de inundação resultante da enchente histórica de 1941 foi registrada sobre uma planta urbana da época, como já anteriormente comentado. Cruzando a posição dos pontos da linha que o topógrafo traçou sobre

aquela planta com uma planta de 1984, com curvas de nível de metro em metro, estimou-se que a cota desta cheia gradual deve ter sido de 31 m, sem desnível da área urbana para jusante, já que a inundação foi geral em todos os rios da bacia do Jacuí.

Definiu-se, então, um polígono que abrangesse esta cota, tendo como limite sul o contorno da cota de 31 m e como limite norte o arroio Castelhana. A oeste da zona urbana, a cota 31m não estava claramente delimitada nas plantas urbanas, e, por isso, as possíveis áreas inundadas no Bairro Santa Tecla não puderam ser avaliadas. É importante frisar, ainda, que os polígonos traçados, identificando a área inundada, não levaram em conta possíveis aterros que tenham sido realizados nesta área depois de 1984. Certamente, hoje, devido a esses depósitos tecnogênicos<sup>49</sup>, em uma enchente da mesma magnitude daquela de 1941, a área inundada conteria ilhas ou penínsulas em sua configuração, que não existiam em 1984, muito menos em 1941.

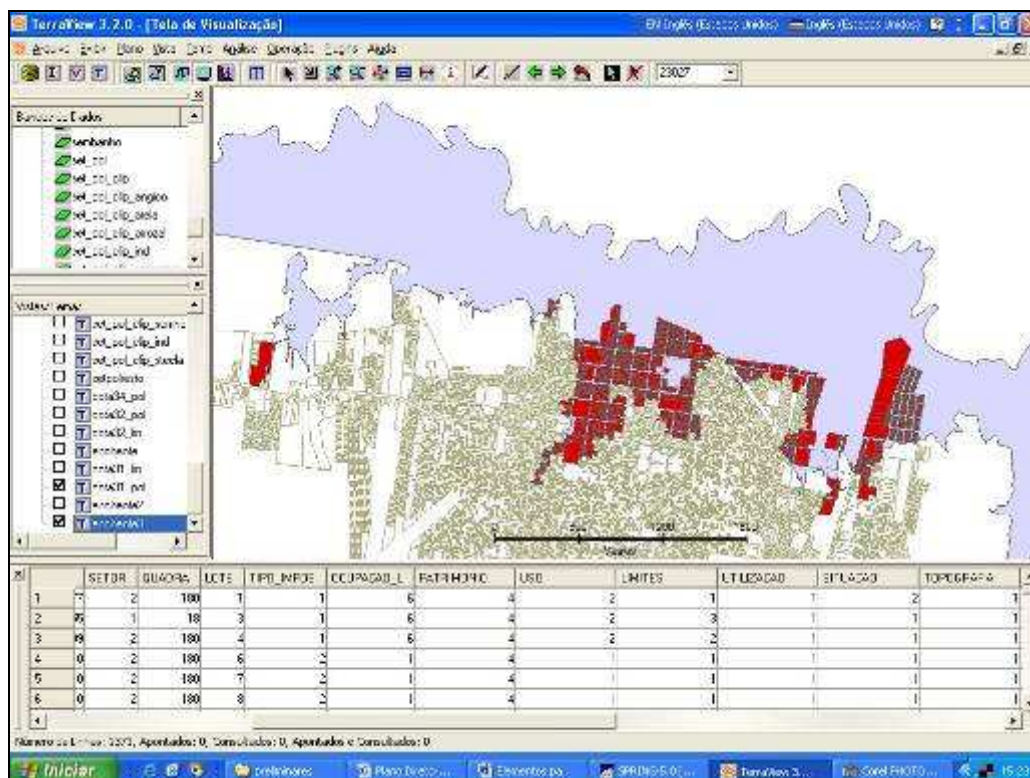
Primeiramente, com base nas características dos lotes e edificações computadas, segundo constam no cadastro imobiliário, foi estimado o número e a tipologia dos lotes e edificações afetadas por uma inundação como a de 1941.

No primeiro caso, sobrepondo a área inundável em uma enchente similar à de 1941 aos lotes, foi realizada uma consulta espacial sobre os polígonos dos lotes que se apresentavam no interior do polígono da área inundada (Fig. 108). O polígono em azul é a área inundável, os retângulos pretos vazados são os lotes urbanos, e os retângulos em vermelhos, os lotes que seriam inundados.

Esta consulta permitiu contabilizar o número de lotes constantes no cadastro imobiliário urbano que seriam atingidos total ou parcialmente pela inundação: 1.371 lotes urbanos, distribuídos em 86 quadras da cidade.

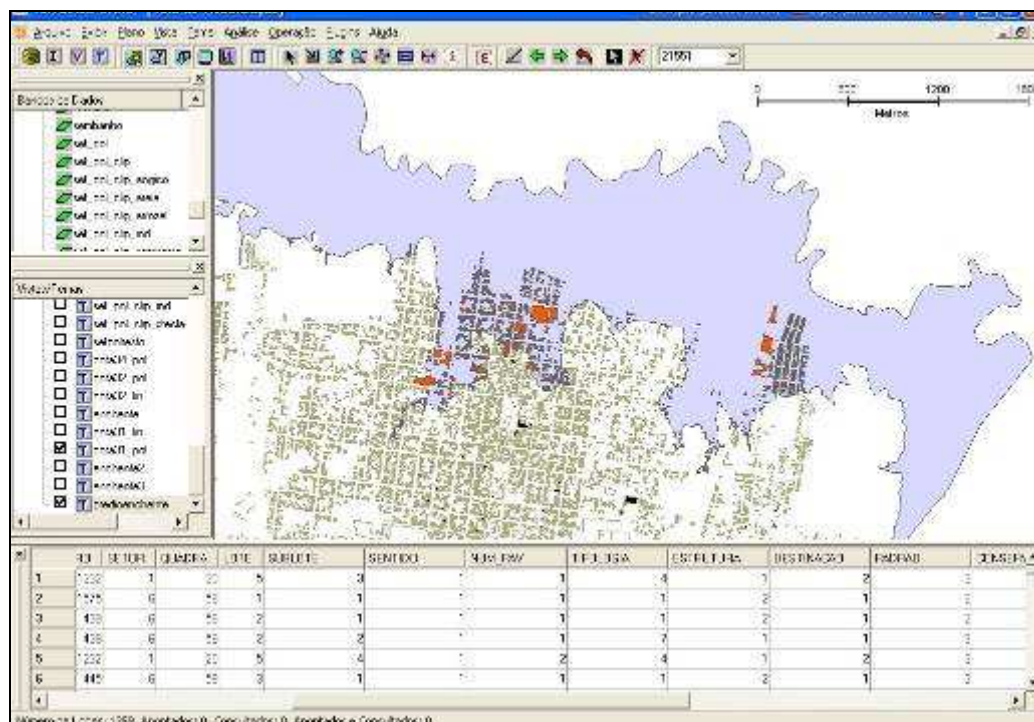
---

<sup>49</sup> Termo usado para representar depósitos formados como resultados da atividade humana, abrangendo depósitos construídos – aterros de diversos tipos e para os mais variados fins – e depósitos induzidos – corpos aluvionares resultantes de processos erosivos, desencadeados pelo uso do solo (Gerasimov, 1982 apud Oliveira, 1994).



**FIGURA 108** Consulta espacial - Polígono da inundação de 1941 x lotes urbanos em 2005

Em seguida, foi realizada uma consulta espacial entre edificações e área inundável, verificando os polígonos das edificações (registradas no cadastro imobiliário) que se apresentavam no interior do polígono da área inundada. A consulta resultou em 1.359 unidades que seriam atingidas pela inundação, considerando uma enchente da magnitude da de 1941 (Fig. 109). Quanto à tipologia destas edificações, 933 seriam casas, 93 seriam lojas e 60 seriam apartamentos; portanto, quanto a sua destinação, 1143 delas seriam de uso residencial, 114 de uso comercial, 36 relacionadas à prestação de serviços, 23 de uso industrial e as demais se destinariam a outros usos.



**FIGURA 109** Consulta espacial - Polígono da inundação de 1941 x edificações urbanas em 2005

Por fim, realizou-se a sobreposição do polígono da área inundada nesta enchente com o tema referente ao plano de informação dos setores censitários urbanos (Fig. 110).



**FIGURA 110** Consulta espacial - Polígono da inundação de 1941 x setores censitários em 2000

Como mostra a figura, o setor 21 ficaria completamente inundado, e os setores 8 e 9 teriam 75% de sua área inundada. Os setores 10, 20, 22, 27, 28, 29 e



32, ainda que menos atingidos, teriam todos sua porção setentrional dentro do domínio inundado.

### **5.3 AS CONDICIONANTES DO RISCO DE INUNDAÇÕES EM VENÂNCIO AIRES**

Na introdução desta tese, definiu-se risco como a probabilidade de ocorrer perda material ou social em função de um perigo, seja de ordem natural, psicossocial ou tecnológica. Na geografia dos riscos, trabalha-se, normalmente, com dois grupos de parâmetros que contribuem para explicar as características espaciais do risco, quais sejam, os relacionados ao perigo e os relacionados à vulnerabilidade.

Inundações na geografia dos riscos costumam ser catalogadas como perigos naturais. De fato, como foi destacado no capítulo 2, a evolução geológico-geomorfológica definiu na paisagem a planície alúvio-coluvionar, formada pelos terrenos mais ou menos planos e baixos, às vezes extensos, onde se depositam os materiais trazidos pelos rios ou por movimentos gravitacionais das vertentes adjacentes. Nessa planície são encontrados tanto terrenos secos, às vezes em forma de terraços, quanto as porções ocupadas pelas águas, seja em períodos de cheias maiores, que formam as várzeas (leito maior), nos períodos de cheia sazonal, área onde extravasam as cheias anuais (leito maior), nos períodos normais (leito normal) ou nos períodos de secas (leito de estiagem). Esta planície alúvio-coluvionar apresenta uma limitação clara na paisagem; trata-se de uma herança de um processo físico natural, mesmo anterior à história. Então, as cheias excepcionais que causam inundações como aquelas registradas em 1941, 1974 e 2003, pelas marcas que existem na paisagem, fazem parte da dinâmica natural da bacia do arroio Castelhana, assim como as enxurradas e inundações bruscas perto da calha dos cursos d'água da região serrana. Na planície alúvio-coluvionar também se poderia identificar áreas onde o perigo é mais, ou menos intenso, pela hidráulica. Certamente, tanto os habitantes originais desta área como os colonos teuto-brasileiros aprenderam a identificar as marcas dos processos no terreno, por terem experimentado o perigo, talvez até com experiências amargas, e passam esse conhecimento de uma geração à outra pela oralidade.

A inundação ribeirinha continua ocorrendo na área que constitui a planície de inundação original do arroio, ainda que algumas áreas nessa planície não inun-dem mais, porque foram aterradas. Os alagamentos ocorrem nas áreas que sempre foram os caminhos do escoamento da água.

Em seção anterior do capítulo corrente, foram também apreciados fenômenos como as ciclogêneses conectadas a correntes de jato muito fortes em altitude, ou os complexos convectivos, responsáveis pelos eventos de chuva concentrada. Infere-se que fenômenos como estes, em princípio, escapam à interferência humana. A dinâmica destes fenômenos excepcionais, em função da sua complexidade, só muito recentemente pode ser mais bem esquadrihada pelo conhecimento científico. Para o fenômeno ocorrido em 1974, por exemplo, não se encontrou uma explicação convincente, já para o ocorrido em 2003, através de dados de novos instrumentos de observação, foi possível buscar um entendimento.

As condicionantes da dinâmica natural, portanto, não desapareceram da problemática dos riscos relacionados às inundações em Venâncio Aires. Deve-se reconhecer, no entanto, que a noção de dinâmica natural parece hoje de uso muito mais contestável que há algumas décadas. A intensificação de mudanças relacionadas ao povoamento e suas interações, parciais, com os processos físicos ressaltou mais claramente a antropização destes. Como exemplo de presumível efeito sobre as inundações ribeirinhas, tem-se o corte de meandros e a retinização dos cursos do arroio Castelhana e do Grande I e a sistematização das várzeas, apresentados no capítulo 3. Os rios se tornaram mais curtos em um mesmo gradiente de terreno e sumiram as zonas ripárias que retinham a água por mais tempo. Quanto ao efeito desse encurtamento sobre os alagamentos na área urbana, o capítulo 4 evidencia que a impermeabilização do solo com o crescimento da cidade exigiu a ampliação contínua do sistema de drenagem urbana, porque os drenos naturais já não davam mais conta de escoar a água. Assim, ainda que a origem do perigo seja natural, a interação com o ambiente impermeabilizado altera o processo físico resultante tanto em sua intensidade quanto em sua dimensão espacial.

Outro aspecto a considerar é o fato de que não é toda a planície de inundação que está sujeita de igual forma a perdas materiais ou sociais devido a inundações ribeirinhas. Para compreender essas diferenças, foi necessário

considerar um segundo grupo de parâmetros: o dos que podem aumentar ou diminuir o risco a que uma sociedade ou determinados grupos sociais estão expostos. É o que se define como vulnerabilidade, que é diretamente relacionada à dinâmica social.

No estudo de caso desenvolvido nesta tese, a compreensão das mudanças mais significativas na dinâmica natural da água devidas à interferência humana, bem como o entendimento da vulnerabilidade, se atrela, essencialmente, ao processo de urbanização/industrialização. Urbanização, no sentido que lhe foi dado no capítulo 1, ou seja, algo que transcende a limitação física da cidade e, ao mesmo tempo, inscreve uma materialidade em um espaço mais amplo. A urbanização foi um condicionante fundamental, não somente porque favoreceu o reconhecimento social e político dos riscos, mas, também, porque transformou os dois componentes do risco, o perigo e a vulnerabilidade.

A cidade de Venâncio Aires e seu entorno transformaram-se, em razão do crescimento da produção material no decorrer da história, com suas consequências nas trocas e no desenvolvimento da racionalidade e das técnicas. Assim, é inegável que, de modo geral, vive-se melhor em Venâncio Aires hoje do que há cem anos atrás, graças aos avanços tecnológicos e científicos, à riqueza gerada e ao acesso aos equipamentos urbanos, à educação, à saúde, aos remédios, etc. Isto foi bem documentado na primeira parte do capítulo 4. Contudo, também se identificou através dos registros na imprensa local que, em função das modificações profundas no modo de produção, nas relações cidade-campo e nas relações de classe e de propriedade que se deram a partir da década de 1970, ampliou-se a degradação ambiental e a deterioração urbana.

A intensificação do crescimento urbano de Venâncio Aires, a partir da década de 1970, alterou as interações deste assentamento humano com os processos físicos, de modo que, atualmente, estes últimos já são, claramente, induzidos socialmente. Ou seja, produzem-se e acentuam-se por algum tipo de intervenção humana sobre a natureza, e confundem-se, às vezes, com eventos propriamente naturais. Na década de 1970, já se registravam alagamentos, principalmente nas sangas da Mangueira, do Cambará e do Arrozal. No final dos anos 1970 e no início dos anos 1980, foram introduzidos na paisagem sistemas estruturais, com o objetivo de coletar, transferir e descarregar o escoamento superficial do modo mais rápido

possível. No entanto, com a continuidade da urbanização, o volume do escoamento superficial aumentou, e essas estruturas não deram mais conta de transferi-lo com a mesma eficiência; como resultado, voltaram a ocorrer inundações nos mesmos locais, nas décadas de 1990 e de 2000.

A urbanização também favoreceu o aumento efetivo dos riscos, porque se criaram mais estruturas (pontes, vias, redes elétricas, redes de saneamento) e também porque aumentou o número de pessoas vivendo na planície de inundação do arroio Castelhana ou junto aos cursos d'água das pequenas bacias hidrográficas urbanas. Além disso, constatou-se que o crescimento urbano favoreceu a declaração dos riscos e sua divulgação no jornal local com maior frequência, principalmente porque mais casas e equipamentos passaram a estar no caminho natural da água, mas também porque se ampliaram, hoje, as possibilidades de registro (com as máquinas fotográficas digitais e toda a tecnologia da informação).

Por fim, verificou-se que, no processo de gerenciamento do crescimento urbano e na legislação urbanística, cada vez mais se priorizam os valores econômicos sobre os sociais ou ambientais. Um exemplo é o da criação de um loteamento popular pelo poder público dentro da planície de inundação do arroio Castelhana. Porém, com certeza, não foram só o processo produtivo e o de gestão urbana que comandaram as determinações sociais, políticas e ideológicas da ocupação de áreas de risco. Assentamentos irregulares em áreas de inundação também resultam da luta dos próprios moradores pela não-remoção, pela melhoria das condições urbanísticas e pela regularização fundiária. Com efeito, se processos globais (econômicos, políticos, culturais) influenciaram os tempos e os espaços urbanos em Venâncio Aires, eles o fizeram permitindo que grupos aí se inserissem e, por sua vez, se encarregassem desses espaços, apropriando-se deles e os reinventando. Ainda assim, a alocação de recursos no meio urbano não se dá de forma igualitária em Venâncio Aires. A organização da sociedade, com hierarquias socioculturais baseadas na riqueza, no poder, no status, no conhecimento e nos títulos de propriedade, define usos e apropriações da terra caracterizados por padrões e processos de diferenciação social. A distribuição dos dados do Censo 2000, agregados por setores censitários, confirmou o modelo clássico de cidade latino-americana, em que as classes sociais perdem suas capacidades socioeconômicas de maneira crescente, do centro para a periferia. O Plano Diretor

de Desenvolvimento Urbano de Venâncio Aires, aprovado em 2006, resultante da necessidade de adequar a política urbana ao Estatuto da Cidade, deu certa relevância aos fatores sociais. Da leitura das entrelinhas deste plano, conforme o que foi inventariado na última seção do capítulo 4, extraiu-se que a política municipal de habitação propõe garantir aos habitantes o acesso à terra urbanizada e à moradia, se necessário em áreas de preservação permanente, sobrepujando, portanto, os valores ambientais.

Assim, aumentam as incertezas sobre a continuidade dos avanços em Venâncio Aires, sobretudo em relação à questão da melhoria da qualidade de vida, com mais justiça social.

#### 5.4 SINOPSE DO CAPÍTULO

Em função da localização de Venâncio Aires nas proximidades de um arroio que não apresenta uma área de contribuição tão grande, as inundações ocorrem principalmente quando as precipitações são intensas em um curto espaço de tempo. Eventos de chuva concentrada nesta área podem ocorrer em qualquer época do ano, mas há uma maior frequência de registro desses eventos no mês de outubro, seguido dos meses de julho, setembro e fevereiro.

Como foi constatado nos estudos comparativos realizados, nem todos os eventos de precipitação concentrada causam inundações em Venâncio Aires. Em parte, pode-se creditar a falta de correspondência à metodologia empregada, que foi testada, anteriormente, em áreas metropolitanas, em que, certamente, a taxa de ocupação e a impermeabilização dos terrenos são muito maiores do que em cidades como Venâncio Aires, em que predominam os terrenos unifamiliares com pátio e jardim.

O perigo, porém, é evidente em situações de tempo como o registrado em oito de julho de 2003, relacionado ao estabelecimento de uma circulação atmosférica do tipo jato de baixos níveis de norte, que transporta umidade proveniente da Amazônia, acoplado com o jato subtropical formado nos ventos de oeste em altos níveis – um mecanismo dinâmico, potencialmente favorável à ocorrência de tempestades severas. A precipitação em uma tempestade como esta é muito localizada, tanto que, na própria bacia do Castelhana, entre as 19h30min e as 22h30min do dia 8/03/2003, registrou-se uma variação de 12 a 130 mm. Como a área em que choveu entre 128 e 130mm neste período encontrava-se no centro-oeste da Bacia, o impacto foi grande, tanto sobre a área onde a precipitação ocorreu quanto a jusante desta. A cidade foi severamente impactada, tanto por alagamentos, no período em que a chuva mais intensa ocorreu (de 13h 30min às 16h 30min), como pela inundação, devida ao transbordamento do arroio Castelhana, que teve seu ápice durante a madrugada de 9/07/2003.

As marcas deixadas por esta inundação na paisagem permitiram o seu mapeamento e a posterior realização de consultas espaciais em um sistema de informações geográficas envolvendo quatro tipos de entidades: o polígono da área inundada, os lotes urbanos, as edificações urbanas e os setores censitários urbanos. Assim, foi possível definir o número de lotes e edificações inundadas e os setores censitários mais atingidos. O mesmo procedimento foi realizado em uma simulação, com base em mapas antigos, da área que seria inundada caso se repetisse uma enchente como a de 1941. Para a enchente de 2003, os dados resultantes, quanto a imóveis atingidos, foram menores que aqueles registrados pela Defesa Civil.

Pelas notícias vinculadas na imprensa, constata-se que o jornal é um veículo de formação de opinião e de legitimação de intervenções no espaço. Na década de 1970, principalmente depois da enchente de 1974, o jornal “Folha do Mate” fez uma campanha pela execução de obras de engenharia no arroio Castelhana, para a erradicação das enchentes. Nas décadas de 1980 e de 1990, foram realizadas inúmeras obras na várzea do Castelhana (redução da rugosidade e da sinuosidade dos canais, retificação da calha do arroio, criação de canais secundários para escoamento), porém, o número de ocorrências de enchentes não diminuiu. Por outro lado, em parte devido à confiança no êxito destas obras, em parte pelo aumento das ocupações irregulares por parte daqueles que não têm para onde ir, as áreas sujeitas a inundações estão muito mais ocupadas. Constatou-se também, em notícias recentes do jornal Folha do Mate, que surgem novos locais de alagamento e de inundação na medida e na direção em que a cidade cresce.

## CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo de caso aqui desenvolvido criou uma proposta de racionalização, na perspectiva da geografia dos riscos ou dos problemas ambientais, aplicável a cidades de pequeno porte. O desafio do objeto de pesquisa foi enfrentado através da metamorfose da problemática das inundações de uma questão natural a uma questão social e política. O termo socioambiental do título desta tese foi empregado para evidenciar que o social cada vez mais risco em Venâncio Aires.

A tese não teve um enfoque centrado nas ciências naturais; ainda que tenha procurado entender a gênese de alguns eventos excepcionais que causaram inundações na área urbana, não se esquadriharam todos os mecanismos físicos que geram esses eventos e seus períodos de recorrência. A tese também não se centrou exclusivamente no enfoque das ciências aplicadas, que procuram estimar os danos ou perdas, ainda que se tenha conseguido, com o uso de sistemas de informações geográficas, avaliar as unidades imobiliárias fisicamente expostas. A abordagem aqui empreendida coaduna-se com proposições surgidas no final do século XX que propõem que a vulnerabilidade e, inclusive, o perigo podem ser resultado de processos sociais, econômicos e políticos. Considerou ainda a relação entre a concepção de risco em diferentes períodos e as decisões políticas tomadas em relação a ele, o que implicou dimensionar esse conceito em função do tempo. O tipo de raciocínio geográfico sobre riscos que aqui foi exposto procurou identificar, formalizar e representar, a partir do território estudado, as interações parciais entre fatores múltiplos que sujeitam determinadas áreas a sofrer dano; ou seja, enfatizou-se a construção do risco. Trata-se de uma reflexão a partir do terreno.

Da avaliação das condicionantes naturais relacionadas com a ocorrência de inundações constatou-se, do exame do clima, que eventos pluviais concentrados em poucas horas ocorrem na área de estudo em qualquer época do ano, decorrentes de complexos convectivos de mesoescala, vórtices ciclônicos de altos níveis ou frentes frias em baixos níveis associadas à divergência dos ventos nos altos níveis, associada aos jatos polares e subtropicais. Estes eventos pluviais podem provocar



crecidas rápidas e de pouca duração, mas que, geralmente, apanham a população desprevenida. Também podem ocorrer inundações com crecida lenta e maior permanência, resultantes de chuvas prolongadas em frentes estacionárias quando padrões de tempo funcionam como bloqueios atmosféricos. Estas são mais comuns em situações de El Niño. A presença da escarpa do Planalto pela sua orientação também incrementa localmente a precipitação. Outra condição natural que favorece o espriar da água e dos sedimentos é a ruptura brusca de declive no perfil dos arroios Castelhana e Grande entre a escarpa e a depressão. A presença de depósitos aluvionares holocênicos identificados no mapa geológico atestam esta condição.

Na construção do risco à inundações, constatou-se que a urbanização aliada à reestruturação produtiva tornou-se fator chave na bacia do arroio Castelhana, multiplicando os efeitos das interações entre a sociedade e a natureza, não apenas pelo aumento do número de habitantes que vivem nos perímetros urbanos, mas, sobretudo, porque o modo de vida urbano e o meio técnico-científico se difundem no entorno deles. A partir da década de 1970, este espaço se requalificou para atender as determinações geradas pelas corporações fumageiras internacionais, em interação com a ação de agentes políticos, econômicos e sociais locais. A requalificação deste espaço acarretou novos objetos técnico-científicos, maior carga aos recursos naturais, degradação do meio e uma difusão não equitativa das facilidades do modo de vida urbano. Na escala da bacia os cursos de água passaram a transferir mais rapidamente a água para jusante. Neste estudo foram constatadas e computadas retinizações, drenagens de várzeas e retirada da vegetação ripária no médio e baixo curso dos Arroios Grande e Castelhana, que mudaram a dinâmica fluvial do último junto a cidade de Venâncio Aires. Ampliaram-se, portanto as incertezas quanto à definição das áreas sujeitas à inundação ribeirinha.

Na construção do risco relativo às inundações na cidade de Venâncio Aires, o processo de reestruturação produtiva teve dupla consequência: um aumento da exposição direta ao perigo na planície de inundação do arroio Castelhana e, indiretamente, um crescimento do risco de inundação, na medida em que a impermeabilização das superfícies favoreceu uma concentração rápida das águas de escoamento nos canais, sujeitando-as ao extravasamento em áreas onde,

anteriormente, os alagamentos não ocorriam. Ainda que as áreas com risco de inundação ribeirinha em Venâncio Aires não estejam diretamente associadas às condições sociais, as classes menos favorecidas têm menos meios de proteger a si mesmas e aos seus bens dos eventos climáticos extremos e, portanto, maior vulnerabilidade. O desenvolvimento urbano não controlado nos setores em risco é, evidentemente, explicável pela disponibilidade de terrenos com mínimo custo; com o tempo, esses setores devem receber uma urbanização adequada. No entanto, a ocupação não poderia ser estimulada pelos instrumentos do Estatuto da Cidade.

Certamente, alguns instrumentos deste estatuto foram criados na tentativa de resolver os problemas de cidades como Recife ou Rio de Janeiro, onde, talvez, o direito à moradia digna, em alguns casos, deva prescindir da questão ambiental, já que, devido ao sítio destas cidades, restam poucos espaços que não entrem na categoria “de preservação permanente”. Em Venâncio Aires, a primazia das Zonas Especiais de Interesse Social sobre as Zonas de Preservação Ambiental não se justifica, porque há muita área mais adequada a ser urbanizada; no entanto, esta primazia está formalizada no Plano Diretor de 2006. Assim, isto parece favorecer mais os incorporadores e proprietários imobiliários do que a garantia do direito de moradia.

Outro aspecto que se discute, em relação às proposições urbanísticas atuais, no que diz respeito ao meio ambiente, é a questão do adensamento urbano. O Estatuto da Cidade propõe um adensamento das áreas da cidade que já estão dotadas de infraestrutura, criando até mesmo instrumentos para que isto se realize, como o “IPTU Progressivo”. Adensamento urbano como o que conhecemos até hoje, no entanto, gera cada vez mais áreas impermeáveis. Será que não seria o momento de propor também novas formas de manejo do escoamento superficial nestas e em novas áreas em processo de urbanização? Pensa-se aqui nas diretrizes de LID (Low Impact Development) que propõem a retenção e a estocagem da água da chuva que cai, no local onde ela caiu, por mais tempo. Ilustrando com um exemplo: o telhado de uma indústria de beneficiamento de fumo proporciona 95.359,7 m<sup>2</sup> de área impermeabilizada; com uma chuva de 30 mm em meia hora, são 2,8 m<sup>3</sup> de água só desse telhado; não se deveria propor cisternas para reter essa água por mais tempo no local? Da mesma forma, deveria ser proposta a preservação/proteção de feições

ambientalmente sensíveis, como córregos, banhados e áreas verdes, e de solos altamente permeáveis em novos loteamentos.

Se, por um lado, é inegável que, de modo geral, a condição média da população em Venâncio Aires hoje está melhor do que em épocas passadas, devido aos avanços tecnológicos e científicos, à riqueza gerada e ao acesso aos equipamentos urbanos, à educação, à saúde, aos remédios, etc., por outro lado, a crescente degradação da natureza, a deterioração urbana e a priorização dos valores econômicos sobre os sociais têm aumentado as incertezas sobre a continuidade desses avanços, sobretudo no que diz respeito à questão da melhoria da qualidade de vida com mais justiça social.

O presente trabalho enfrentou dois desafios: um metodológico e um tecnológico. Do ponto de vista metodológico, o desafio foi o de trabalhar com as pontes: natural x social; particular x universal; todo x parte. A abordagem de problemas ambientais urbanos ressalta uma das maiores dificuldades metodológicas para a geografia e também para as outras ciências humanas e sociais. É o da conciliação, em uma interpretação coerente, do nomotético, do universalmente válido, e do idiossincrático, ou, em outros termos, das particularidades locais.

Sobre a inovação tecnológica, a contribuição desta tese foi a aplicação de diferentes metodologias de representação e de análise espacial. A ampliação do uso de recursos relacionados às geotecnologias foi se dando com base em três fatores diferentes, mas conjugados: o desenvolvimento do conhecimento da analista, a evolução dos instrumentos de análise durante os quatro anos de pesquisa e, principalmente, as novas questões de análise que surgiam em resposta à questão central desta tese.

O trabalho, portanto, explorou intensivamente as potencialidades ligadas às geotecnologias, tanto na manipulação, na integração espacial, como na análise de dados. A manipulação envolveu o preparar as bases de dados. Para tanto, utilizaram-se as seguintes ferramentas: GPS – na coleta de pontos para a definição da área inundada em julho de 2003; Mesa digitalizadora – para digitalizar cursos d'água, curvas de nível, estradas de mapas analógicos; SIGs - para o registro ou georeferenciamento do arruamento originário de plantas urbanas, bem como para a

edição de dados espaciais (ajustes, poligonização, criação de topologia). Como exemplo de integração espacial de dados vetoriais e matriciais destaca-se a evolução do arruamento sobre as bacias hidrográficas urbanas, apresentado no quarto capítulo. No que se refere ao uso de ferramentas de análise em Sistemas de Informações Geográficas, destaca-se: a reclassificação ou generalização empregada em fatiamentos de hipsometria e de declividade, na definição de classes para os dados censitários, criação de máscaras para isolar objetos; a álgebra de mapas da qual valeu-se para a soma das imagens TRMM; as análises de proximidade e contigüidade, útil na segmentação em imagens de satélite, definição de sub-bacias a partir de MNT; a modelagem aproveitada para estimar o escoamento a partir de MNT; a criação de legenda e consulta por atributo na caracterização sócio-econômica intra-urbana; a consulta espacial usada para identificar quantos lotes e/ ou edificações se encontram em área inundável.

Foram observadas algumas limitações no decorrer do estudo realizado:

- A falta de dados meteorológicos e hidrológicos específicos para a área em estudo.
- O desajuste entre diferentes bases cartográficas utilizadas, o que limitou uma cartografia mais detalhada das áreas de risco na escala urbana.
- Dificuldade de acesso aos arquivos do DNOS, que permitiriam uma melhor avaliação das transformações realizadas na várzea do arroio Castelhana.
- A falta do grupo de estudo, do coletivo, para debater as questões epistemológicas que surgem em um processo da pesquisa que se propõe trabalhar a interação entre natureza e sociedade.

É necessário destacar que a cidade de Venâncio Aires disporá de complexo acervo de dados e de tentativas de análise integrada. A partir desta análise, que consideramos inicial, novas relações podem ser identificadas e incorporadas à caracterização dos problemas ambientais urbanos em Venâncio Aires. Pondera-se a continuidade desta pesquisa a partir dos seguintes propósitos:

- Realização de um zoneamento de áreas de risco na cidade de Venâncio Aires.

- Aprofundamento do conhecimento das inundações urbanas em Venâncio Aires, avaliando a percepção do risco. Este aprofundamento se daria através de pesquisa qualitativa da percepção do risco pela população dos bairros ou setores censitários mais atingidos, mediante entrevistas com a população e comparação destas com as concepções teóricas de risco, para posterior estabelecimento ou correção dos mapeamentos das áreas de inundação de Venâncio Aires.

- Verificação da relação entre as inundações e a ocorrência de doenças na população, através da organização em sistemas de informações geográficas dos dados das microáreas do programa Estratégia de Saúde da Família (ESF) do Sistema Único de Saúde (SUS).

Como aplicação imediata, considera-se a possibilidade de divulgação deste trabalho através do Núcleo de Cultura de Venâncio Aires, que tem no seu museu um importante centro de construção e preservação da memória local, bem como de disseminação desta à educação básica e ao ensino médio. A tese resgata todos os caminhos naturais da água e a interferência humana sobre eles ao longo do tempo.

A estrutura da sociedade moderna, e talvez também mudanças no psiquismo dos indivíduos, tem criado um distanciamento em relação ao meio natural. A maior parte de nossos contemporâneos diz-se alérgica à longa duração, ao longo prazo ou mesmo, simplesmente, ao dia de amanhã. Resultado de uma economia totalmente voltada para os lucros imediatos. Nosso urbanismo não é feito para construir catedrais ou outros monumentos que poderão ser visitados daqui a seis ou oito séculos. Como criar o interesse, por exemplo, por uma cheia cujo tempo de retorno é de três a quatro vezes em um século? Claramente, nossa relação com a natureza e com os seus ritmos mudou bastante, talvez em parte por razões filosóficas ou psíquicas, mas muito mais por razões materiais, que têm colocado em marcha a cada vez maior mobilidade dos indivíduos. Nas sociedades pré-industriais, mais rurais, os indivíduos passavam toda a sua vida na terra ancestral, o que favorecia a constituição, ao longo de gerações, de uma sólida memória coletiva. Era esta memória, duramente adquirida, que permitia fazer a triagem entre os terrenos habitáveis e os de risco. Tendo em conta a maior mobilidade da população, realidade dos últimos 30 ou 40 anos, cresce, cada vez mais, a população estrangeira ao território. Como estes migrantes, cujos pais e avós viviam em outro lugar, poderão conhecer o natural no qual eles recentemente vieram se instalar,

sobretudo após terem trocado o arado de seus ancestrais pelo computador? Além disso, a terceirização de mão-de-obra amplia a mobilidade da população, acelerando o desconhecimento da dinâmica natural do local em que ela está momentaneamente, o que a torna mais vulnerável frente aos riscos naturais. À medida que as condições de vida mais enraizadas vão sendo destruídas, também se multiplicam os equívocos de percepção, de definição e de relação com o meio.

Nesta situação de crescente “desterritorialização”, espera-se que a percepção do risco não seja mutilada pela mídia, através do sensacionalismo e do medo, creditado ao aquecimento global. Esse trabalho é um esforço no sentido de não deixar que a “natureza-espetáculo” substitua a “natureza histórica”, lugar de trabalho de todos os homens, ou a “natureza analítica”<sup>50</sup>. De certa forma, os resultados desta tese, assim como a sua disseminação e o seu enriquecimento futuro, principalmente na educação básica e entre os professores, pretendem resgatar esta memória das inundações.

---

<sup>50</sup> As expressões em aspas foram cunhadas por Milton Santos (1992, p.102).

## REFERÊNCIAS

AB´SABER, A. N. Um conceito de Geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o quaternário. In: **Geomorfologia**, 18. São Paulo, IGEOG USP, 1969.

ALCANTARA-AYALA, Irasema. Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries. **Geomorphology** **47**, 2002. p. 107-124. Disponível em <<http://www.elsevier.com/locate/geomorph>> Acessado em 20 de junho de 2005.

ALHEIROS, M.M., SOUZA, M. A. A., BITOUN J., MEDEIROS, S. M. G. M., AMORIM JÚNIOR, W. A. (2003). **Manual de ocupação dos morros da Região Metropolitana de Recife**. FIDEM (Recife), 384p. Disponível em: <<http://www.proventionconsortium.org/toolkit.htm>> Acesso em 20 de outubro de 2004.

AMORIM, Amilton; Miyashita, Priscila M.; Ramos, Regiane; Ennes, Rejane. **Conversão de dados do sistema cadastral multifinalitário de Ribeirão dos Índios-SP, do REMAP PLUS para o SPRING**. Disponível em: <[http://www.cartografia.org.br/xxi\\_cbc/130-CT05.pdf](http://www.cartografia.org.br/xxi_cbc/130-CT05.pdf)>. Acesso em 10 de junho de 2005.

ANDRADE, K. M. **Climatologia e comportamento dos sistemas frontais sobre a América do Sul**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2005. Dissertação de Mestrado. 185p.

BARROS, R; HENRIQUES, R; MENDONÇA, R. **Desigualdade e pobreza no Brasil: a estabilidade inaceitável**. Brasília: IPEA, 2000.

BARRY, R.G., R.J. CHORLEY. **Atmosphere, Weather and Climate**. Seventh Edition. Routledge, New York, NY, 1998.

BEREZUK, A. G.; SANT'ANNA NETO, J. L. Eventos climáticos extremos no oeste paulista e norte do Paraná, nos anos 1997, 1998 e 2001. In: **Revista Brasileira de Climatologia**, v.2, dezembro de 2006, p. 9-22.

BRANDÃO, Ana M. P. M. **O clima urbano na cidade do Rio de Janeiro**. In: MONTEIRO, Carlos.A.F.; MENDONÇA, Francisco. A. (Org.). Clima urbano. São Paulo, Ed. Contexto, 2003. p. 93-119.

BRANDÃO, A. M. P. M. ; LUCENA, Andrews José de . Comparação entre as Normais Climatológicas Padronizadas do Brasil: 1931-60 e 1961-90. In: **IX Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**, 2001, Recife. Recife, 2001

BRASIL. Lei nº 5.172, de 25 de outubro de 1966 – Código Tributário Nacional. Disponível em: <<http://www.receita.fazenda.gov.br/Legislacao/CodTributNaci/ctn.htm>>. Acesso em 10 de junho de 2005.

BRASIL. LEI N.º 819, DE 19 DE SETEMBRO DE 1949 Disponível em <<http://www.soleis.adv.br/saneamentoobrascooperacao.htm> > Acessado em 2 de maio de 2008.

BRASIL. **Estatuto da Cidade** (2002). Estatuto da cidade: guia para implementação pelos municípios e cidadãos: Lei Federal Nº 10.257 de 10/07/2001 que estabelece as diretrizes gerais da política urbana. (3ª Edição). Brasília, câmara dos Deputados: Coordenação de Publicações. 273p.

BUTZKE, Ivani C. Ocupação de áreas inundáveis em Blumenau. In: **Revista de Estudos Ambientais**, v. 5, nº2 e 3, maio/dezembro 2003. Blumenau, FURB, 2003. p. 9-15.

BUZAI, Gustavo. D. **Mapas sociales urbanos**. Buenos Aires: Lugar Editorial 2003.

CAMARA G, SOUZA RCM, Freitas UM, GARRIDO J. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modeling. **Computers & Graphics**, 20: (3) 395-403, May-Jun 1996.

CANO, Wilson. Da crise ao caos urbano. In: GONÇALVES, Maria F.; BRANDÃO, Carlos A; GLAVÃO, Antônio C. (Org). **Regiões e cidades, cidades nas regiões – O desafio urbano regional**. São Paulo, Ed. Unesp, 2000. p. 289-299.

CANTAT, Olivier. L'îlot de chaleur urbain parisien selon les types de tems. In: **Norois**, nº191, 2004/2, p. 75-102.



CARDONA, Omar Dario A. **Estimación Holística del Riesgo Sísmico utilizando Sistemas Dinámicos Complejos**. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña, UPC, Barcelona, Dic/19/2001. Disponible em < <http://www.desenredando.org/public/varios/2001/ehrisusd/index.html> > Acessado em 10/10/2008.

CASANOVA, Marco A; DAVIS, Clodoveu; CAMARA, Gilberto; VINHAS, Lúbia; QUEIROZ, Gilberto. **Banco de Dados Geográficos**. Curitiba: MundoGEO, 2005. 506p.

CAVALCANTI, I. F. **Casos de intensa precipitação pluvial nas regiões Sul e Sudeste do Brasil no período de inverno de 1979 a 1983**. Instituto de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 3743, RPE/498, 1985.

COMISIÓN LATINOAMERICANA DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE – CEPAL. **Socio-demographic vulnerability: old and new risks for communities, households and individuals**. Summary and conclusions. Brasília:UNA, 2002.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **A modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Ed. Edgar Blücher, 1999.

CHRISTOFOLETTI, Antônio; PEREZ FILHO, A. Estudo sobre a forma de bacias hidrográficas. **Boletim de Geografia Teórica**, 5 (9-10: 85-92), 1975.

CLIMANÁLISE - **Boletim De Monitoramento e Análise Climática**. Cachoeira Paulista, v 18, n. 07 - julho/2003. CPTEC/INPE. Disponível em <http://www.cptec.inpe.br/products/climanalise/0703> > Acesso em 20 junho 2005.

COELHO, Maria C. N. Impactos ambientais em áreas urbanas – Teorias, conceitos e métodos de pesquisa. In: GUERRA, Antônio J. T.; CUNHA, Sandra B. da (Org). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro, Ed. Bertrand Brasil, 2001. p. 19-45.

COLLISCHONN, Erika; RAUBER, Alexandre. Inundação x Crescimento Urbano – Estudo de Caso na cidade de Venâncio Aires. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE**

**DESASTRES NATURAIS 1**, 2004, Anais Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004, p.288-296.

COLLISCHONN, Erika; LEÃO, Simone Z.; RAUBER, Alexandre Banco de dados geográfico da Cidade de Venâncio Aires/RS com base no Cadastro Imobiliário. In: **Anais do XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada** – 05 a 09 de setembro de 2005 – USP. p. 2764-2773

COLLISCHONN, Erika; REHBEIN, Moisés O. Evolução da cobertura florestal da Bacia Hidrográfica do Rio Pardinho, de 1975 a 1999. In: ETGES, Virgínea; FERREIRA, Marcos A. F. **A produção do Tabaco – impacto no ecossistema e na saúde humana na região de Santa Cruz do Sul/RS**. Santa Cruz do Sul: Edunisc, 2006. p. 20 – 40.

COLLISCHONN, Walter e TASSI, Rutinéia. **Introduzindo a Hidrologia**. Apostila Eletrônica de 2008. Disponível em <<http://galileu.iph.ufrgs.br/collischonn/apostila%20hidrologia/apostila.html>> Acessado em agosto de 2008.

COMISIÓN LATINOAMERICANA DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE – CEPAL. **Socio-demographic vulnerability: old and new risks for communities, households and individuals**. Summary and conclusions. Brasília:UNA, 2002.

CONSULTATIVE GROUP FOR INTERNATIONAL AGRICULTURE RESEARCH (CGIAR) Banco dados de modelos digitais de elevação. Disponível em <<http://srtm.csi.cgiar.org/>> Consultado em 23 mai. 2005.

CORRÊA, R. L. Perspectivas da urbanização brasileira – uma visão geográfica para o futuro próximo. In: **Anais do X Simpósio Nacional de Geografia Urbana**. Florianópolis, 29 de outubro a 02 de novembro de 2007. p. 1-16.

CUNHA, Sandra B. **Impactos das obras de engenharia sobre o ambiente biofísico da bacia do rio São João** (Rio de Janeiro – Brasil). Rio de Janeiro, edição do autor, 1995. 415p.

CUNHA, Sandra B. Geomorfologia Fluvial. In: GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S. B. (org.) **Geomorfologia – uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: ed Bertrand Brasil, 1994. 458p.

DAER. **Levantamento Topográfico de Venâncio Aires**. Escala 1:2.000. S. d.

DE GRANDI, Celito. **Loureiro da Silva: o charrua**. 2ª Edição. Porto Alegre, Literalis, 2004. 317p.

DELGADO, Paulo Roberto. Processos de inundação e situação de risco ambiental. **Revista técnica da SANEPAR**, v. 13 n. 13, janeiro a junho de 2000. Disponível em <http://www.sanepar.com.br/sanepar/sanare/v13/Processos/processos.html>.

DESCHAMPS, Marley V. **Vulnerabilidade socioambiental na Região Metropolitana de Curitiba**. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2004, 155p.

DIAZ, A.F.; STUDZINSKI, C.D. & MECHOSO, C. R. 1998. Relationships between precipitation anomalies in Uruguay and Southern Brazil and sea surface temperature in the Pacific and Atlantic oceans. **J. Climate** 11: 251-271.

Direction Régionale de l'Environnement Midi-Pyrénées/Société Geosphair. **De la Cartographie Informative à la Cartographie des Aléas. – Une démarche technique em Midi-Pyrennes**. Septembre, 2000, version 2.

DRUMMOND, José A. A história ambiental: fontes e linhas de pesquisa. In: **Estudos Históricos**, Rio de Janeiro, v.4, n° 8, p. 177-197, 1991.

DURAND-DASTÉS. A propos des notions de types de temps et de types de circulation. In: **Norois**, n°191, 2004/2, p. 29-32.

FERRARO, Lilian W.; HASENACK; H. Avaliação das variáveis climáticas de superfície do Baixo Jacuí – RS. In: UFRGS/CENTRO DE ECOLOGIA. **Energia e Meio Ambiente: a questão do Carvão no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS/Centro de Ecologia, 1997. v.4. Relatório final de Projeto PADCT-CIAMB.

FERREIRA, Conceição C; SIMÕES, Natércia N. **Tratamento estatístico e gráfico em geografia**. (2ª edição). Lisboa: Gradiva, 1987.

FERREIRA, A. G. **Meteorologia Prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006, 189p.

FIGUEIREDO, Ana Paula Silva. Determinação da mancha de inundação do município de Itajubá na enchente de janeiro / 2000. In: **Anais XI SBSR**, Belo Horizonte, Brasil, 05 - 10 abril 2003, INPE, p. 1791 - 1794.

FOLHA DO MATE, Ano 1, Venâncio Aires, 3 nov 1972.

FOLHA DO MATE, Venâncio Aires, 3/11/1972 , 12 mar. 1975, 30 jan. 1976, 29 jna.1977, 14 jul 1976, 25 ago. 1978, , 9 jan. 1985, 28 jul. 1989, 10 jan. 1992, 8 mai. 1992, 2 nov. 2001.

FREITAS, M A; MACHADO; J. L. F.; VIERO, A. C.; TRAININI, D. R.;GERMANO, A.O.; GLUGLIOTTA, A. P. ; CAYE, B. R.; PIMENTEL, G. B.; MARQUES, J. L.; GOFFERMANN, M.; SILVA P. R.R da. **Mapa hidrogeológico do Rio Grande do Sul: um avanço no conhecimento das águas subterrâneas no estado**. CPRM, s.d. Disponível em [http://www.cprm.gov.br/publique/media/mapa\\_hidro\\_rs.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/mapa_hidro_rs.pdf) Acessado em 01/02/2009.

GAN, M. A.; RAO, V. B. Surface Cyclogenesis over South America, **Monthly Weather Review**, n.119, 1991. p. 1293-1302.

GARCIA-TORNEL, Francisco Calvo. La geografía de los riesgos. In: **Geocrítica-Cuadernos Críticos de Geografía Humana**, Ano IX: Número: 54, noviembre de 1984. (Revista eletrônica). P. 1-18.

GAZETA DO SUL, Ano 59, Santa Cruz do Sul, 10 jun 2003.

GONÇALVES, Neide M. S. Impactos pluviais e desorganização do espaço urbano de Salvador. In: MONTEIRO, Carlos.A.F.; MENDONÇA, Francisco. A. (Org.). **Clima urbano**. São Paulo, Ed. Contexto, 2003. p. 69-91.

GRIMM, A. M.; BARROS, V.; DOYLE, M. E. Climate Variability in Southern America associated with El Niño and La Niña events. In: **Journal of Climate**, 13, 2000. p.35-58.

GUERRA, Antônio T. **Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Rio de Janeiro, IBGE, 1975.

GUERRA, Antônio J. T.; CUNHA, Sandra B. da (Org). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro, Ed. Bertrand Brasil, 2001. p. 147-188.

HARVEY, D. Do gerenciamento ao empresariamento: a transformação da administração urbana no capitalismo tardio. **Espaço & Debate**, Ano XVI, n.º 39. São Paulo, 1996. , p. 48-64.

HERRMANN, Maria Lúcia de Paula. **Problemas geoambientais na Faixa Central do Litoral Catarinense**. São Paulo: FFLCH/USP, 1999. Tese de Doutorado – USP.

HIERNAUX-NICOLÁS, Daniel. **La geografía como metáfora de la libertad** – Textos de Eliseo Reclus. Centro de Investigaciones Científicas Tamayo/Plaza y Valdés editores, México, 1999, 314 p.

HOPPE, Marcelino. Pluviometria em Santa Cruz do Sul. In: **Boletim Informativo N.º 11/ Ano VII** - Novembro/2005 do Núcleo de Pesquisa e Extensão em Gerenciamento de Recursos Hídricos/Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo. Disponível em . Consultado em 9 de agosto de 2007.

HORBACH, R. ; KUCK, L.; MARIMON, R. G.; MOREIRA, H. L.; FUCK, G. F.; MOREIRA, M. L. O.; MARIMON, M. P.; PIRES, J. L.; VIVIAN, O.; MARINHO, D. A.; TEIXEIRA, V. Geologia. In: **Levantamento de Recursos Naturais**, v. 33 - Folha SH.22 Porto Alegre e parte das folhas SH. 21. Uruguaiana e SI.22 Lagoa Mirim. Rio de Janeiro, 1986, 791p. p. 29-312.

HUINCA, Suelen C. M; ARAKI, Hideo; CAVALHEIRO, Ana C. Correção Geométrica de imagem Quickbird para áreas urbanas utilizando modelos geométricos generalizados e dados de laser scanning. In: **XII Anais do Simpósio de Sensoriamento Remoto**, Goiânia, INPE, 2005. p. 4545-4561.

IBGE. **Censo Demográfico 2000** -Agregado por Setores Censitários dos Resultados do Universo – 2ª edição. Disponível em < <http://www.ibge.gov.br/home/>> . Acessado em janeiro de 2008.

IBGE. **Censo Demográfico 2000** - Malhas digitais/Setor urbano/RS/ 432260. Disponível em

[ftp://geofptp.ibge.gov.br/mapas/malhas\\_digitais/setor\\_urbano/RS/4322608/](ftp://geofptp.ibge.gov.br/mapas/malhas_digitais/setor_urbano/RS/4322608/)

Acessado em janeiro de 2008.

IBGE. **Enciclopédia dos Municípios Brasileiros**. volume XXXIV. Rio de Janeiro, 1959.

\_\_\_\_\_. **Censos Demográficos do Rio Grande do Sul** , 1940, 1950, 1960, 1970 e 1980, 1991 e 2000.

\_\_\_\_\_. **Censos Econômicos do Rio Grande do Sul** . 1940, 1950, 1960, 1970 e 1980.

\_\_\_\_\_. **Censos Industriais do Rio Grande do Sul**. 1960, 1970 e 1980.

\_\_\_\_\_. **Contagem da população 2007**. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em <http://www.sidra.ibge.gov.br/> Acessado em 3/01/2009.

\_\_\_\_\_. **Manual técnico de uso da terra**. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. 91 p. (Manuais técnicos em Geociências, n. 7- 2ª Edição).

INPE. **Tutorial do Curso de Banco de Dados Geográficos**. Divisão de Processamento de Imagens. Fevereiro de 2005.

IPEA (2002). **Configuração atual e tendências da rede urbana do Brasil**. Brasília : IPEA, 2002. (Série caracterização e tendências da rede urbana do Brasil, 1). Convênio IPEA, IBGE, UNICAMP/IE/NESUR, IPEA, 2002.

IPEA, IBGE, UNICAMP, NESUR, IPARDES. Caracterização e tendência da rede urbana do Brasil: Redes urbanas Regionais - Sul. v. 6 (1ª Reimpressão). Brasília: IPEA, 2000. 206p.

JACOBET, Jucundus; GLASER, Rudiger; NONNEMACHER, Matthias; STANGL, Heiko. Hochwasserentwicklung in Mitteleuropa und Schwankungen der atmosphärischen Zirkulation. In: **Geographische Rundschau**, *Januar 1/2004*. Braunschweig: Westermann Schulbuchverlag. p. 26-34.

JUSTUS, J. de O. ; MACHADO, M. L. de A.; FRANCO, M. DO S. M. Geomorfologia. In: **Levantamento de Recursos Naturais**, v. 33 - Folha SH.22 Porto Alegre e

parte das folhas SH. 21. Uruguaiana e SI.22 Lagoa Mirim. Rio de Janeiro, 1986, 791p. p. 313-404.

KER, J. C.; ALMEIDA, J. M.; FASOLO, P. J.; HOCHMÜLLER, D. P. Pedologia. In: **Levantamento de Recursos Naturais**, v. 33 - Folha SH.22 Porto Alegre e parte das folhas SH. 21. Uruguaiana e SI.22 Lagoa Mirim. Rio de Janeiro, 1986, 791p. p. 29-312. p. 405-527.

KOUSKY, V. E.; CAVALCANTI, I. F. Eventos El Niño Oscilação Sul: características, evolução e anomalias de precipitação. In: **Ciência e Cultura**, v. 36, n. 11. São Paulo, 1984. p. 1188-1199.

LAGO, Luciana. C.; RIBEIRO, Luís. C. Q. A casa própria em tempo de crise. In: RIBEIRO, Luís. C. Q.; AZEVEDO, Sérgio de (orgs). **A crise da moradia nas grandes cidades**. Rio de Janeiro: Ed. UFRJ, 1996.

LEFEBVRE, Henry, 1901.**O direito à cidade**. Tradução Rubens Eduardo Frias. São Paulo: Centauro, 2001.

LE MOS, A. I. G.; ROSS, J. S.; LUCHIARI, A. (Org.) **América Latina: sociedade e meio ambiente**. São Paulo: Expressão Pulupar 2008. p. 109-138.

LIBAULT, A , 1971. Os quatro níveis da Pesquisa Geográfica, **Geocartografia**, n1, Laboratório de Cartografia DG/FFLCH/USP, São Paulo, 1995, 15p.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de calor nas Metrôpoles**. São Paulo: HUCITEC, 1985.

LORANDI, Reinaldo; CANÇADO, Cláudio J. **Parâmetros Físicos para o Gerenciamento de Bacias Hidrográficas**. In: SCHIAVETTI, Alexandre; CAMARGO, Antônio F. M. Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações. Ilhéus, BA: Editus, 2002. 293p.

LOURENÇO, M. C.M.; FERREIRA, N. J.; GAN, M. A. Vórtices ciclônicos em altos níveis de origem subtropical. In: **Climanálise Edição Especial Comemorativa 10 Anos**. São José dos Campos: Publicação INPE, 1996. Disponível em < [http://www.cptec.inpe.br/products/climanalise/cliesp10a/mcc\\_cli.html](http://www.cptec.inpe.br/products/climanalise/cliesp10a/mcc_cli.html) >. Acessado em 22/05/2006.

MACEDO, E. S.; OGURA, <sup>a</sup> T.; CANIL, K. ALMEIDA FILHO, G.S.; GRAMANI, M. F.; SILVA, F. C. CORSI, <sup>a</sup> C. MIRANDOLA, F. A. Modelos de fichas descritivas para áreas de risco de escorregamento, inundação e erosão. In: **Anais do Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais 1**, Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004, p.892-907.

MACHADO, César do Canto Machado. **Tubarão 1974** – Fatos e Relatos da Grande Enchente. Tubarão: Ed. Unisul, 2005.

MARANDOLA JR, Eduardo; HOGAN, Daniel J. Vulnerabilidade e riscos entre geografia e demografia. **Revista Brasileira de Estudos Populacionais**, v. 22, n 1, p. 29-53, jan/jul 2005.

MARCELINO, Emerson V.; GOERL, Roberto F.; RUDDORF, Frederico M. Distribuição espaço-temporal de inundações bruscas em Santa Catarina (Período 1980-2003). In: **Anais do Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais 1**, Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004, p. 554-564. (CD-ROM)

MARENGO, José A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI** / José A. Marengo – Brasília: MMA, 2007. 2a edição. 212 p.: il. color ; 21 cm. (Série Biodiversidade, v. 26).

MARICATO, Erminia. Planejamento para a crise urbana no Brasil. In: MARICATO, Erminia. **Brasil, cidades : alternativas para a crise urbana**. Petrópolis: Vozes, 2001.

MARINO JR, EDGARD. **Análise integrada dos efeitos do uso da terra em fragmentos florestais da bacia do rio Corumbataí, SP**. Tese de Doutorado em Ecologia de Agroecossistemas. Piracicaba, Esalq USP, 2006.

MATTEDI, Marcos A.; BUTZKE, Ivani C. As relações entre o social e o natural nas abordagens de Hazards e de desastres. In: **Ambiente & Sociedade**, Ano IV, nº9 – 2ºSemestre de 2001.

MENDONÇA, Francisco de Assis. **Geografia Física: ciência humana?** São Paulo: Contexto, 1989. 71p.



\_\_\_\_\_. Geografia Socioambiental? In: MENDONÇA, F.; KOZEL, S. (org), **Elementos de Epistemologia da Geografia contemporânea**. Curitiba: Editora UFPR, 2002. p.111-120.

\_\_\_\_\_. (Org.). **Clima urbano**. São Paulo, Ed. Contexto, 2003. p.9-67.

MENDONÇA, Francisco de Assis (Org). **Impactos Socioambientais urbanos**. Curitiba, Editora UFPR, 2004. p.185-207.

\_\_\_\_\_. Sistema Socioambiental Urbano: uma abordagem dos problemas socioambientais da cidade. In: MENDONÇA, Francisco de Assis (Org). **Impactos Socioambientais urbanos**. Curitiba, Editora UFPR, 2004. p.185-207.

MILANESI, Marcos A. **Avaliação do efeito orográfico na pluviometria de vertentes opostas da Ilha de São Sebastião (Ilhabela-SP)**. São Paulo: FFLCH/USP, 2007. Dissertação de Mestrado – USP.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE-MMA, AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS -ANA, SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS-SEMARH. **Plano Nacional de Recursos Hídricos**. Documento Base de Referência. Brasília: novembro, 2003. 382p.

MOLION, L. C. B. Aquecimento global, El Niños, manchas solares, vulcões e Oscilação Decadal do Pacífico. In: **Revista Climanálise**, ano 03, n. 01, 2006. Disponível em <[http://www.cptec.inpe.br/revclima/revista/pdf/Artigo\\_Aquecimento\\_0805.pdf](http://www.cptec.inpe.br/revclima/revista/pdf/Artigo_Aquecimento_0805.pdf)> Acessado em 10 de maio de 2008.

MONTEIRO, Carlos. A. F. Análise rítmica em climatologia: problemas de atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho, **Climatologia 1**, Instituto de Geografia - USP - São Paulo, 1971.

MONTEIRO, Carlos.A. F. Clima. In: IBGE. **Geografia do Brasil: grande Região Sul**. 2ª ed. V.4, t. 1 (Biblioteca Geográfica Brasileira, Série A, Publ. 18). P. 114-166.

MONTEIRO, Carlos.A.F. Teoria e Clima Urbano. In: MONTEIRO, Carlos.A.F.; MENDONÇA, Francisco. A. (Org.). **Clima urbano**. São Paulo, Ed. Contexto, 2003. p.9-67.

MONTEIRO, Carlos. A. F. A cidade desencantada – entre a fundamentação geográfica e a imaginação artística In: MENDONÇA, Francisco de Assis (Org). **Impactos Socioambientais urbanos**. Curitiba, Editora UFPR, 2004. p.185-207.

NASCIMENTO, Ernani de Lima. Identifying severe thunderstorm environments in southern Brazil: analysis of severe weather parameters. **Proceedings of the 22<sup>nd</sup> Conference on Severe Local Storms, American meteorological society**, Hyannis, Massachussets, EUA, em CD-Rom. Disponível em < [ams.confex.com/ams/pdfpapers/81745.pdf](http://ams.confex.com/ams/pdfpapers/81745.pdf) > Acessado em 10 jun de 2005.

NASCIMENTO, Ernani de Lima. Previsão de tempestades severas utilizando-se parâmetros convectivos e modelos de mesoescala: uma estratégia operacional adotável no Brasil? In: **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.20, n.1, 2005, p.113-122.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Superintendência de Recursos Naturais e Meio Ambiente (SUPREN). Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Série Recursos Naturais e Meio Ambiente, n. 4, 1979. 421p.

NOROIS, nº191, 2004/2. **Lês types de tems – Actes dês “Journées de climatologie” de la Comission “Climat et Societé” du Comitê National Français de Geographie**. COSTEL – Unversité Rennes 2 Haute-Bretagne (20 a 22 mars 2003).

OLIVEIRA, A. M. S. **Depósitos tecnogênicos e assoreamento de reservatórios : exemplo do reservatório da Capivara, Rio Paranapanema, SP/PR**. São Paulo, 1994, 221p. Vol.01. Tese (Doutorado em Geografia Física) Departamento de Geografia da FFLCH- USP.

OLIVEIRA, Marcelo A. T.; HERRMANN, Maria L. P. Ocupação do solo e riscos ambientais na área conurbada de Florianópolis. In: GUERRA, Antônio J. T.; CUNHA, Sandra B. da (Org). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro, Ed. Bertrand Brasil, 2001. p. 147-188.

PAES, Eduardo T.; MORAES, Luiz E. de S. A new hypothesis on the influence of the El Niño/La Niña upon the biological productivity, ecology and fisheries of the Southern Brazilian Bight. In: **Pan-American Journal of Aquatic Sciences** (2007), 2(2):94-102

PESAVENTO, Sandra Jatahy. Muito além do espaço: por uma história cultural do urbano. **Estudos Históricos**, vol. 8, n.16. Rio de Janeiro, 1995, p.279-290.

PEREZ, Maria del Carmen G. **Erosión y practicas agrícolas em la cuenca del Rio Pardino, Rio Grande do Sul, Brasil**. Tesis Doctoral. Zaragoza, Universidad de Zaragoza, 1991.

PIGEON, Patrick. **Géographie critique des risques**. Paris, Economica/Anthropos, 2005. 217p.

PICKETT, S. T.; CARDENASSO, M. L.; GROVE, J. M.; NILON, C. H.; POUYAT, R. V.; ZIPPERER, W. C.; CONSTANZA, R. **Urban Ecological System: Linking Terrestrial, Ecological, Physical and socioeconomic Components of Metropolitan Areas**. Annual Review of Ecology and Systematics, 33, 2001. p. 127-157.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VENÂNCIO AIRES. **Plano Diretor de Venâncio Aires**, Lei nº 2522, de 16 de dezembro de 1998.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VENÂNCIO AIRES. **Parcelamento do Solo Urbano**, Lei nº 2523, de 16 de dezembro de 1998.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VENÂNCIO AIRES. **Código de obras do município de Venâncio Aires**, Lei nº 2524, de 16 de dezembro de 1998.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VENÂNCIO AIRES. **Plano Diretor Municipal de Venâncio Aires**, Lei complementar nº 007, de 04 de outubro de 2006.

RADAMBRASIL - Projeto. **Levantamento de Recursos Naturais**, v.33 - Folha SH.22 Porto Alegre e parte das Folhas SH.21 Uruguaiana e SI.22 Lagoa Mirim: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, IBGE, 1986. 786p., 6 mapas.

RAO, V. B.; HADA, K. Characteristics of rainfall over Brazil: Annual variations and connections with the Southern Oscillation. In: **Theoretical and Applied Climatology** ,42, 1990. p. 91-90.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria do Meio Ambiente / UFSM- Relatório **Final do Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul**, Disponível em < <http://coralx.ufsm.br/ifcrs/frame.htm>>, 4/01/2004.

ROCHE, Jean. **A colonização alemã e o Rio Grande do Sul** . Porto Alegre: Ed.Globo, Vol. 1 e 2, 1969.

ROMERO, H.; VÁSQUEZ, A. El crecimiento espacial de las ciudades intermedias chilenas de Chillán y Los Angeles y sus impactos sobre la ecología de paisajes urbanos. In: LEMOS, A. I. G.; ROSS, J. S.; LUCHIARI, A. (Org.) **América Latina: sociedade e meio ambiente**. São Paulo: Expressão Pulupar 2008. p. 109-138.

ROSA, Angelita da.; VOGT, Olgário Paulo. Desenvolvimento Econômico e Evolução Urbana. . In: VOGT, Olgário Paulo (Org.) **Abrindo o Baú de Memórias – O museu de Venâncio Aires conta a história do município**. Santa Cruz do Sul, Edunisc, 2004. p. 267-338.

ROSS, Jurandyr S. (org.) **Geografia do Brasil**. São Paulo, Edusp, 1996. 546 p.

ROSS, Jurandyr S. **Geomorfologia - Ambiente e Planejamento**. São Paulo, Contexto, 1990.

SALINGER, M. J. Climate variability and change: past, present and future – an overview. In: **Climatic Change** 70, Springer 2005. p. 9-29.

SANT' ANNA NETO, João L. e ZAVATINI, José A. **Variabilidade e Mudanças Climáticas – Implicações Ambientais e socioeconômicas**. Maringá: EdUEM, 2000. p. 225-251.

SANT'ANNA NETO, João Lima. Por uma geografia do clima – Antecedentes históricos, paradigmas contemporâneos e uma nova razão para um novo conhecimento. In: **Terra Livre**, São Paulo, nº17, 2º semestre 2001. p.49-61.

SANTOS, Milton. 1992: A redescoberta da natureza. In.: **Estudos Avançados**. São Paulo, Vol. 6, n. 14, janeiro/abril, 1992. p. 95-106 Disponível em < <http://www.scielo.br/pdf/ea/v6n14/v6n14a07.pdf> > Acessado em 23/02/2007.

\_\_\_\_\_. **A Urbanização Brasileira**. 3 Edição. São Paulo, Editora Hucitec, 1996..

\_\_\_\_\_. **Metamorfoses do espaço habitado** (5ª ed.). São Paulo: Hucitec, 1997.

\_\_\_\_\_. **A Natureza do Espaço. Técnica e Tempo. Razão e Emoção**. São Paulo: Edusp, 2002. ((Coleção Milton Santos 1))

SARAIVA, M. G. (1999), **O Rio como Paisagem**, Fundação Calouste Gulbenkian e Fundação para a Ciência e a Tecnologia, Lisboa, 1999.

SARTORI, Maria da Graça B. A dinâmica do clima do Rio Grande do Sul: indução empírica e conhecimento científico. In: **Terra Livre**, ano 19, v. 1, n. 20, jan-jul 2003, São Paulo, p. 27 a 49.

SCHIAVETTI, Alexandre; CAMARGO, Antônio F. M. **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus, BA: Editus, 2002. 293p.

SDO/SURBAM/PREFEITURA MUNICIPAL DE VENÂNCIO AIRES. **Plano Diretor urbano de Venâncio Aires**, de 5 de janeiro de 1982.

SEVERO, D. L. **Estudo de casos de chuvas intensas em Santa Catarina**. São José dos Campos, 1994, 90p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

SEVERO, D. L.; GAN, M. A.; FERREIRA, N. J. **Estudo de um caso de chuvas intensas associado a enchentes na Região do Vale do Itajaí, em Santa Catarina**. In: VIII Congresso Brasileiro de Meteorologia, 8, 1994, Belo Horizonte. Anais... belo horizonte, 1994. p.561-564, 1994.

SILVA DIAS, M. A. F. 1996. Complexos Convectivos de Mesoescala sobre a Região Sul do Brasil. In: **Climanálise Edição Especial Comemorativa 10 Anos**. São José dos Campos: Publicação INPE, 1996. p 173-179. Disponível em <

[http://www.cptec.inpe.br/products/climanalise/cliesp10a/mcc\\_cli.html](http://www.cptec.inpe.br/products/climanalise/cliesp10a/mcc_cli.html) >. Acessado em 22/05/2006.

SILVEIRA, Rogério L. L. **Cidade, corporação e periferia urbana**. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2003.

\_\_\_\_\_. **Complexo agroindustrial do fumo e território: A formação do espaço urbano e regional no Vale do Rio Pardo RS**. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina. Tese de Doutorado em Geografia, 2007.

SILVEIRA, Rogério L. L; HERRMANN, Elisa R. As cidades e a urbanização no Vale do rio Pardo. In: SILVEIRA, Rogerio L. L; VOGT, Olgario. **Vale do Rio Pardo: (re)conhecendo a região**. Santa Cruz do Sul: Edunisc, 2001. p.217-257.

SOFFIATI, Arthur. Uma instituição mítica da República Brasileira In: **10º Congresso Brasileiro de Advocacia Pública**. Paraty 14 a 17 de junho de 2006. Disponível em: <[http://www.ibap.org/10cbap/teses/arthursoffiati\\_tese.doc](http://www.ibap.org/10cbap/teses/arthursoffiati_tese.doc)>

SORRE, M. Adaptação ao meio climático e biossocial – geografia psicológica. In: MEGALE, J. F. (Org.) **Max Sorre**. São Paulo: Ática, 1984 (Coleção grandes Cientistas Sociais, 46)

SOUZA, Camila G.; SANT'ANNA NETO, João L. A imprensa como fonte de análise da adversidade climática. In: **Anais do VI Congresso Brasileiro de Geógrafos**. Goiânia, julho de 2004. Disponível em <[http://www.igeo.uerj.br/VICBG-2004/Eixo2/E2\\_198.htm](http://www.igeo.uerj.br/VICBG-2004/Eixo2/E2_198.htm)> Acessado em 20/02/2006.

SOUZA, Camila; SANT' ANNA NETO, João L. Ritmo climático e eventos extremos no oeste paulista: a imprensa como fonte de informações geográficas. In: **Anais do Vi Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica – Diversidades Climáticas**, 2004, Aracaju, outubro de 2004. (CD-ROM)

SOUZA. C. R. G. Risco a inundações, enchentes e alagamentos em regiões costeiras. In: **Anais do Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais 1.**, 2004, Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004, p.231-247. (CD-ROM)

STRAHLER, A. **Geografia Física** (7ª Edição). Barcelona : Ômega, 1984.

SUERTEGARAY, D. M. A . Rio Grande do Sul: Morfogênese da paisagem- Questões para sala de aula. In: **Boletim Gaúcho de Geografia**, nº21 p. 7-192. Porto Alegre, AGB, agosto de 1996 (modificado). p. 117-132.

\_\_\_\_\_. Espaço geográfico uno múltiplo. In: SUERTEGARAY, Dirce M. A.; BASSO, L. A. ; VERDUM, R. (Orgs.). **Ambiente e lugar no urbano: a grande Porto Alegre**. Porto Alegre, Editora UFRGS, 2000.

\_\_\_\_\_. Geografia física (?) Geografia Ambiental (?) ou Geografia e Ambiente (?) In: MENDONÇA, F.; KOZEL, S. (org), **Elementos de Epistemologia da Geografia contemporânea**. Curitiba: Editora UFPR, 2002. p.111-120. (b)

\_\_\_\_\_. A. Tempos longos ... tempos curtos na análise da natureza. In: **Geografares**, Vitória, n<sup>o</sup>3, junho 2002. p. 159-163.(b)

SUERTEGARAY, Dirce M. A.; NUNES, João O. R A natureza da Geografia Física na Geografia. In: **Terra Livre**, São Paulo, n.17, Associação dos Geógrafos Brasileiros – Diretoria Executiva Nacional 2<sup>o</sup> semestre 2001. p. 11-24.(a)

SUGUIO, Kenitiro; BIGARELLA, João J. **Ambientes Fluviais**. (2 edição). Florianópolis, Editora UFPR/Editora UFSC, 1990. 183p.

TEDESCHI, R. G.; GRIMM, A. M. Mecanismos da influência de episódios El Niño e La Niña sobre a frequência de eventos extremos de precipitação no Brasil. In: **Jornada de Jovens Pesquisadores da AUGM**. Campinas, Unicamp, de 13 a 15 de setembro de 2006. Disponível em <<http://www.cori.unicamp.br/jornadas/completos/UFPR/ND6008%20AUGM-trabalho-completo-renata.doc> > Acessado em 22/07/2007.

TEIXEIRA, Mario B.; COURA NETO, Augusto B. Vegetação. In: **Folha SH.22 Porto Alegre e parte das folhas SH. 21. Uruguaiana e SI.22 Lagoa Mirim**. Rio de Janeiro, 1986, 791p. (Levantamento de Recursos Naturais, 33) p. 541-632.

TORRES; H. D; MARQUES, E.; FERREIRA, M. P.; BITAR, S. Pobreza e espaço: padrões de segregação em São Paulo. **Estudos Avançados**, IE, v. 17, n.47, p. 97-128, jan/abr, 2003.

TUCCI, Carlos E. M. Controle de Enchentes. In: TUCCI, Carlos E. M.(Organizador). **Hidrologia – Ciência e Aplicação**. 2 ed. Porto Alegre: Editora da Universidade: ABRH, 1997. (Coleção ABRH de Recursos Hídricos, v.4), p. 621-653.

TUCCI, Carlos E. M.; BERTONI, Juan C. (Org.) **Inundações Urbanas na América do Sul**. Editora da Associação Brasileira de Recursos Hídricos. 2003.

UITTO, Juha I. The geography of disaster vulnerability in megacities. I: **Applied Geography**, vol. 18, nº1, 1998. p.7-16

VEIGA, J. E. **Cidades Imaginárias**. 2a. ed. Campinas, SP: Editora Autores Associados, 2002. v. 1. 198 p.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia Básica e Aplicações**. Viçosa, UFV – imprensa Universitária, 1991. 449 p.

VIGNEAU, Jean Pierre Um siècle de “types de temps”: epistemologie d’un concept ambigu. In: **Norois**, nº191, 2004/2, p. 17-28.

VILLANOVA, A.A. **Planta da Povoação de São Sebastião do fachinal dos Fagundes**. Escala - 1:2.000. Original de 1883 (Cópia da original realizada por José Duarte de Macedo em setembro de 1941)

VOGT, Olgário P. (Org.) **Abrindo o baú de memórias – o Museu de Venâncio Aires conta a história do município**. Santa Cruz do Sul, Edunisc, 2004.

VOGT, O. P. e ROSA, A. da. Desenvolvimento econômico e evolução urbana. In: VOGT, Olgário P. (Org.) **Abrindo o baú de memórias – o Museu de Venâncio Aires conta a história do município**. Santa Cruz do Sul: Edunisc, 2004. p. 267-338.

VOGT, O. P. A ocupação lusa. In: VOGT, Olgário P. (Org.) **Abrindo o baú de memórias – o Museu de Venâncio Aires conta a história do município**. Santa Cruz do Sul: Edunisc, 2004. p. 55-71.

WIRTH, Louis. O urbanismo como modo de vida. In: VELHO, Otávio Guilherme (Org.). **O fenômeno urbano**. Rio de Janeiro, 1967. p. 90-113.



WORSTER, Donald. Para fazer história ambiental. In: **Estudos Históricos**, Rio de Janeiro, v.4, n<sup>o</sup> 8, p. 198-215, 1991.

ZANELLA, M. E. **Inundações urbanas em Curitiba/PR: impactos, riscos e vulnerabilidade socioambiental no Bairro Cajuru**. Curitiba: Meio Ambiente e Desenvolvimento /UFPR, 2006. Tese de Doutorado – UFPR.

## SITES PESQUISADOS

**CPRM** <http://mapoteca.cprm.gov.br/programas/template.php>

**Dados TRMM** [http://daac.gsfc.nasa.gov/data/datapool/TRMM/01\\_Data\\_Products](http://daac.gsfc.nasa.gov/data/datapool/TRMM/01_Data_Products)

Acesso em 19 abr. 2007.

**Jornal Folha do Mate** <http://www.folhadomate.com.br/>

**Jornal Gazeta do Sul** <http://www.gazetadosul.com.br/>

**Marinha do Brasil** – cartas sinóticas

<http://www.dhn.mar.mil.br/chm/meteo/prev/cartas/carta.htm>

**METSUL Meteorologia** - <http://www.metsul.com/>

**Ministério das Cidades** <http://www.cidades.gov.br>

**Portail de la Prévention des Risques Majeurs – République Française**

[http://www.prim.net/citoyen/definition\\_riwque\\_majeur/dossier\\_risque\\_inondation](http://www.prim.net/citoyen/definition_riwque_majeur/dossier_risque_inondation)

Acesso em 19 abr. 2007.

**Revista Climanálise** <http://www.cptec.inpe.br/products/climanalise>

## Anexo 1

### DISPONIBILIDADES E DEMANDAS DE ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO CASTELHANO

Em 1997 foi apresentado pela Magna Engenharia Ltda o relatório “Avaliação Quali-Quantitativa das Disponibilidades e Demandas de Água na Bacia Hidrográfica do Sistema Taquari/Antas” com vistas à implantação do Comitê desta Bacia. No estudo realizado, a disponibilidade de recursos hídricos superficiais na Bacia do Arroio Castelhana (sub-bacia da Bacia Hidrográfica do Sistema Taquari/Antas) foi calculada com base nos dados de vazão da estação fluviométrica localizada na foz do Arroio Castelhana. Além disso, para cálculo das demandas hídricas de mananciais de superfície e posterior balanço hídrico de águas superficiais, foram utilizados dados censitários e dados obtidos de cadastramento em campo dos usuários dos recursos hídricos.

Os Quadros 01 e 02, a seguir, apresentam a quantificação dos usos dos recursos hídricos na sub-bacia do Arroio Castelhana, levantados, respectivamente, através de dados censitários e a partir do cadastro de campo, observando-se as diferenças nas colunas dos totais devidas ao critério utilizado para registro das vazões cadastradas, conforme acima exposto.

#### QUADRO 01: SDEMANDAS DE ÁGUA SUPERFICIAL NA BACIA DO ARROIO CASTELHANO - 1997 (m<sup>3</sup>/s) - DADOS CENSITÁRIOS.

ABAST. PÚBLICO  URBANO	ABAST. INDUST E COM  CAPTAÇÃO INDEPENDENTE	IRRIGAÇÃO		DESSEDENTAÇÃO DE ANIMAIS	TOTAL <sup>(3)</sup>
		TUDO ANO <sup>(1)</sup>	NOV/MAR <sup>(2)</sup>		
0,0657	0,0012	0,0005	0,9474	0,0210	1,0358

<sup>(1)</sup> Referente a culturas irrigadas durante todo o ano

<sup>(2)</sup> Referente a culturas irrigadas somente de novembro a março

<sup>(3)</sup> Inclui irrigação de todo o ano e de novembro a março

Fonte: Magna Engenharia, 1997.

**QUADRO 02: CAPTAÇÃO TOTAL POR SUB-BACIAS - RESULTADOS DO CADASTRO - 1997**

VAZÕES - m <sup>3</sup> /s										
CAPTAÇÃO SUPERFICIAL					CAPTAÇÃO SUBTERRÂNEA					TOTAL GERAL
AB. PÚB	IND	AGRO	IRRIG	TOTAL	AB. PÚB	IND	AGRO	IRRIG	TOTAL	
0,039	0,002	0,025	1,657	1,723	0,127	0,027	0,0092	-	0,164	1,886

Fonte: Magna Engenharia, 1997.

Para efeitos do cotejo entre demandas e disponibilidades, o estudo utilizou a modelagem matemática para gerar a vazão na sub-bacia (quadro 03) e as análises de suprimento das demandas em situação mais crítica, ou seja, de estiagem (Quadro 04).

**QUADRO 03: VAZÕES MÍNIMAS Na Foz do Arroio Castelhana.**

${}_5Q_{10}$ (m <sup>3</sup> /s)	${}_7Q_{10}$ (m <sup>3</sup> /s)
1,37	1,475
${}_5Q_{10}$ : Vazão mínima de estiagens de 5 dias de duração e 10 anos de tempo de retorno em m <sup>3</sup> /s; ${}_7Q_{10}$ : Vazão mínima de estiagens de 7 dias de duração e 10 anos de tempo de retorno em m <sup>3</sup> /s.	

Fonte: Magna Engenharia, 1997.

**QUADRO 04: ESTIMATIVAS DAS DEMANDAS na bacia - 1997 (M<sup>3</sup>/S)**

DOMÉSTICO E INDUSTRIAL	INDUSTRIAL (CAP. INDEP.)	IRRIGAÇÃO TODO ANO	IRRIGAÇÃO NOV/MARÇO	DESS. DE ANIMAIS	DEMANDA TOTAL <sup>1</sup>	DEMANDA TOTAL <sup>2</sup>
0,0657	0,0012	0,0005	0,9474	0,0210	0,0884	1,0358

Demanda Total<sup>1</sup> - refere-se aos meses abril a outubro

Demanda Total<sup>2</sup> - refere-se aos meses novembro a março

Fonte: Magna Engenharia, 1997

Considerando a oferta de água na bacia como a situação da estiagem de 7 dias de duração com 10 anos de tempo de retorno, apresentado no Quadro 03, e comparando estes valores com as estimativas das demandas para esta bacia, apresentadas no Quadro 04, mesmo para a situação mais crítica (novembro a março), observa-se que a oferta de água é superior à demanda. O Quadro 05 repete estes valores e apresenta a diferença entre a oferta, representada pela vazão  ${}_7Q_{10}$ , e demanda total no período novembro a março para cada uma das sub-bacias.

**QUADRO 05: CONFRONTO DISPONIBILIDADE ( ${}_7Q_{10}$ ) x DEMANDA TOTAL NO PERÍODO CRÍTICO**

${}_7Q_{10}$ (m <sup>3</sup> /s)	DEMANDA TOTAL (NOV/MAR)	DIFERENÇA
1,475	1,0358	0,439
<p><math>{}_7Q_{10}</math>: Vazão mínima de estiagens de 7 dias de duração e 10 anos de tempo de retorno em m<sup>3</sup>/s;</p> <p>Demanda Total - refere-se aos meses novembro a março;</p> <p>Diferença - refere-se a diferença entre oferta (<math>{}_7Q_{10}</math>) e demanda total no período novembro/março;</p>		

Fonte: Magna Engenharia, 1997

A análise dos resultados apresentados no Quadro 05 anterior demonstra que em a oferta, representada pela  ${}_7Q_{10}$ , era, até 1997, maior do que a demanda total para o período mais crítico (novembro a março). Com base neste quadro, os aspectos quantitativos não oferecem restrições ao atendimento das demandas hídricas da bacia na situação atual. Porém, esses valores para o abastecimento da bacia do arroio Castelhana já está bastante próximos, o que indica que acréscimos nas demandas nesses pontos associados a uma situação hidrológica de estiagem, poderão provocar falhas no suprimento dessas demandas.

## ANEXO 2

Dias e quantidade de chuva acima de 50mm em Santa Cruz do Sul de agosto 1977 à dezembro 1993 – estação meteorológica Pioneer												
Mês/ ANO	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
1977	-	-	-	-	-	-	-	-	6 – 60mm	-	-	20 – 64mm; 30 – 90mm
1978	19 – 70mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3 – 125mm	-
1979	-	-	9 – 120mm	15 - 98mm	18 – 52mm; 21 – 61mm	-	-	4 – 79mm	24 – 65mm	4 – 57mm	7 – 79,5mm	-
1980	-	-	-	11 – 62mm	-	-	28 – 94mm	-	-	-	8 – 80mm	1 – 81mm
1981	-	-	-	-	-	-	-	-	12 – 75mm	-	5 – 72mm	-
1982	-	1 – 55mm; 11 – 75mm	-	-	-	14 – 136mm; 27 – 73mm	22 – 51mm	7 – 85mm	17 – 61mm	21 – 50mm; 22 – 98mm	2 – 50mm; 10 – 77mm	-
1983	-	-	10 – 89mm	28 – 52mm	15 – 57mm	-	-	-	-	16 – 62mm; 30 – 54mm	2 – 86mm	-
1984	14 – 52mm	23 – 50mm	-	20 – 75mm; 22 – 72mm	20 – 79mm	<b>2 e 4 – 68mm;</b> 3 – 108mm; 18 – 58mm; 19 – 75mm	-	-	-	-	-	29 – 53,5mm
1985	-	-	-	-	-	-	4 – 50mm; 30 – 54mm	-	15 – 65mm; 19 – 58mm	-	-	-
1986	7 – 60mm	-	15 – 51mm; 18 – 82mm	-	17 – 73mm; 29 – 50mm	30 – 60mm	-	4 – 54mm	14 – 74mm	-	-	6 – 60mm
1987	-	23 – 59mm	-	-	-	30 – 65mm	27 – 64mm	-	-	-	-	-
1988	-	-	-	24 – 62mm	-	23 – 56mm	-	-	-	30 – 88mm	-	-
1989	-	-	25 – 53mm; 29 – 118mm	-	-	-	-	-	22 – 60mm	-	-	-
1990	-	11 – 50mm; 25 – 63mm	8 – 54mm	26 – 60mm; 28 – 68mm	-	-	-	-	11 – 91mm	11 – 63mm	4 – 53mm	-
1991	-	-	9 – 51mm	17 – 99mm; 23 – 131mm; 24 – 70mm	-	-	31 – 66mm	6 – 57mm	-	-	-	25 – 70mm
1992	-	4 – 58mm; 12 – 90mm; 15 – 86mm	-	5 – 120mm	-	-	4 – 83mm	23 – 57mm; 24 – 66mm	23 – 57mm; 24 – 66mm	28 – 65mm	-	31 – 106mm
1993	2 – 97mm	-	-	-	12 – 60mm	3 – 97mm	4 – 62mm	-	-	22 – 67mm	16 – 73mm; 24 – 145mm	4 – 65mm; 13 – 68mm; 27 – 70mm



### ANEXO 3

#### HISTÓRICO DOS EPISÓDIOS DE EPISÓDIOS PLUVIAIS INTENSOS CAUSADORES DE IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS EM VENÂNCIO AIRES - REGISTROS NO JORNAL FOLHA DO MATE A PARTIR DE 1972

DATA	BAIRROS OU AREAS ATINGIDOS	TIPO DE EVENTO/ REGISTRO PIONEER	RUAS AFETADAS	CURSO D'AGUA	IMPACTO GERADO
6/11/1972	Gressler	-	-	Cambará	Residências inundadas
22/03/1974	Centro, Mayer	RÁPIDO	Na rua principal até a Moto Peças Bogorny	Castelhano e Cambará	Metalúrgica Venax inundada, Rádio Venâncio Aires, Todas as casas dos últimos quarteirões. Prejuízos no interior, não contando estradas pontes e bueiros Cr\$8.000.000,00 (36.000 sacos de soja, 90.000 sacos de milho, 13.000 sacos de arroz e mais ou menos 100 suínos desaparecidos e 50 bovinos). Olarias tem prejuízo de Cr\$150.000,00, 1200 famílias, 17 escolas sem condições de funcionamento e 11 com funcionamento precário
13/07/1976	Parte baixa	-	-	Castelhano e Cambará	-
9/03/1979	Centro	RÁPIDO	, 15 de Novembro, 13 de Maio.		Residências foram invadidas, inundadas as oficinas elétricas de Ivo Bratz, mecânica de Aldo Costa e a gráfica Ouro Verde causando prejuízo a máquinas e motores.
5/02/1980		RÁPIDO	-	-	Alagamento
26/07/1980		LENTO		Castelhano	Várzea inundada

18/02/1981	Centro, Caída do Céu, Mayer.	RÁPIDO	Assis Brasil, 15 de Novembro, 13 de Maio, Getúlio Vargas junto a Venax, Tiradentes, Visconde do Rio Branco.	Mangueira, Cambará, canalização pluvial.	Residências foram invadidas. p.ex. a água atingiu meio metro de altura dentro da casa, destruindo móveis e eletrodomésticos e mantimentos. As oficinas elétricas de Ivo Bratz, mecânica de Aldo Costa e impressora de jornais de Astor José Reckziegel. Uma casa foi totalmente destruída. Grande foi o volume de água nas ruas
6/11/1981	-	RÁPIDO	15 de Novembro, 13 de Maio, Getúlio Vargas junto a Venax	Mangueira, Cambará,	As oficinas elétricas de Ivo Braatz, mecânica de Aldo Costa.
30/07/1982	-	-	-	Castelhano	Água represada das zonas baixas nas "bocas de lobo" que não comportam mais o escoamento de água das vias públicas
2/11/1983	Mayer, Centro	RÁPIDO	13 de Maio, Jacob Becker, 7 de Setembro.	Castelhano, Cambará e Mangueira.	Empresas Atingidas: Supermercado Marquette e Curtume Closs. Além disso, o muro do Estádio Edmundo Feix rompeu em três lugares e uma casa ao lado do estádio do Guarani ficou com água até as janelas. Editora 13 de maio
09/11/1983	Centro	RÁPIDO 200 mm em 3 horas	-	Castelhano	Ruas alagamentos (1m), residências e estabelecimentos comerciais e industriais invadidos pelas águas.
11/12/1983	Mayer, Centro	RÁPIDO	-	-	Alaga a cidade
5/05/1984	Mayer, Centro	RÁPIDO	Até a rua Antônio Carlos	Castelhano	Circundando o prédio da ex-VENAX, Cancha de bocha
Balço do ano de 1984 pela prefeitura - Informa que as enchentes verificadas no ano de 1984 foram de 16 a 21 de abril, no dia 3 de maio, no dia 15 de maio, de 04 a 06 de junho, no dia 25/06 e no mês de julho.					
15/03/1985	Mayer, Centro	Sem referência	Oswaldo Aranha até Getúlio Vargas	Castelhano	Várzea (agricultura)
17/05/1986	Centro	RÁPIDO	General Osório.	Cambará	Morte de uma criança arrastada pelas águas, inundações em residências e interrupção do tráfego em várias ruas. Estádio do EC Guarany inundado.
09/01/1987	Centro	RÁPIDO	Assis Brasil	Cambará	Alagamento de ruas, alguns terrenos invadidos e poucas casas, Tubulações de água tratada arrancada pela enxurrada no pontilhão da Assis Brasil.



16/09/1988	-	Gradual	-	Castelhano	Prejuízo nas lavouras
2/11/1990	-	RÁPIDO	-		A forte chuva alagou a maioria das ruas, pois as bocas de lobo, não conseguiram dar vazão a toda a água que, nos locais mais baixos, chegou a invadir casas.
18/04/1991	-	Gradual	-	Castelhano	Comprometeu lavouras e casas, mas principalmente, as obras da ETA definitiva.
23/04/1991	Mayer, Flórida	Gradual	-	Castelhano	As águas atingiram as casas localizadas n área mais baixa da vila
27/12/1991	Rural		-	Castelhano	Perda e lavouras
6/04/1992	-	98 mm na cidade	-	-	-
25/09/1992	Mayer	Gradual (maior dos últimos cinco anos)		Castelhano	Várias casas ficaram alagadas obrigando moradores a colocarem os móveis em local mais alto, ou retirá-los. A água chegou até bem próximo ao Curtume Closs, mas não causou nenhum prejuízo a este.
7/12/1993	Vila Diedrich	-	-	-	Chuvvas alagam as vilas
21/02/1994	Macedo, Centro	RÁPIDO	General Osório entre Visconde do Rio Branco e 1° de Março, Júlio de Castilhos esquinas com Voluntários e Conde D'Eu.	Sanga do Angico Arrozal e Mangueira	Alagamento de ruas
24/02/1994	Centro Mayer	RÁPIDO (50 mm em 1 hora)	General Osório (da V. Rio Branco a 1° de Março), Reinaldo Schmaedecke (esquinas V. Rio Branco e 1° de Março), Osvaldo Aranha (esquinas G. Vargas e Antônio Carlos) e Jacob Becker.	Sanga do Cambará e Arrozal	Alagamento de ruas e do Estádio do Guarani
17/05/1994	Mayer	Gradual		Castelhano	Casas da zona baixa foram alagadas
1/08/1995	-	Gradual	-	Castelhano	-
25/01/1996	Santa Tecla, Centro e Brígida.	RÁPIDO (115 mm em 14 horas)		Cambará e Angico	Alagamento do Estádio, prédios residenciais e comerciais invadidos pela água.

7/01/1997	Centro	Rápido	Jacob Becker junto ao estádio Edmundo Feix	Cambará	Alagamento do Estádio Edmundo Feix, ruas centrais.
23 e 24/02/1997	Centro	Rápido	Félix da Cunha, cruzamento com a rua Jacob Becker	Cambará Arrozal e Angico	Alagamento de ruas e terrenos
20/08/1997	Mayer, Loteament o Artus	Gradual	Final da Ruperti Filho, Avenida Flávio Mena Barreto Mattos até a Pedro Grünhauser	Castelhano,	Água atingiu cerca de 150 cm de altura em algumas casas
10/11/2000	Centro	Rápido/ 34.5 mm  Pioneer dia 9	Jacob Becker	Cambará	Estádio Edmundo Feix e alagamento de Rua Jacob Becker
28/11/2000	77 mm	Rápido/ 20mm Pioneer	Jacob Becker estádio, Osvaldo Aranha (quadra da igreja) e todos os cruzamentos tradicionais.	Cambará, Mangueira, Arrozal, Angico e Cruzeiro	Nos locais tradicionais, mais na Vila Macedo e Cruzeiro e na Armando Ruschel (Gressler - sanga Cambará).
15/03/2001	Macedo, Santa Tecla São Francisco Xavier, Coronel Brito e a Vila Cruzeiro	RÁPIDO 21,5mm Pioneer	Silveira Martins	Castelhano, Sanga do Angico.	Faz dez anos que moro aqui e é sempre a mesma coisa.
17/07/2001	Mayer, a Vila Benoni, Vila Battisti e Loteament o Artus.	Rápida (200 mm na Serra) depois de dias de chuva 15 mm na Pionner	-	Castelhano	Inundação de casas
1/10/2001	Mayer (União), no Bairro Santa Tecla, Vila Battisti e Loteament o Artus.	Gradual 59 mm na Pionner	-	Castelhano	50 casas foram atingidas

24/08/2002	Macedo	Rápida Sem registro de chuva na Pionner	-	-	Famílias ficaram ilhadas, quando o bueiro existente entupiu, impedindo a vazão da água nas imediações da escola José Duarte de Macedo, na Vila Macedo (causa asfalto na Herval Mirim).
19/09/2002	Macedo Battisti	Rápida/ 19-68 mm	-	-	Famílias ficaram ilhadas, quando o bueiro existente entupiu, impedindo a vazão da água nas imediações da escola José Duarte de Macedo, na Vila Macedo (causa asfalto na Herval Mirim), Água inunda estabelecimentos comerciais no Battisti
5/10/2002	Mayer Centro	Rápida acompanhada de temporal – Registro de 45 mm no dia 6 na Pionner	13 de Maio, Jacob Becker estádio, Ruperti Filho com o Barão do Triunfo	Cambará Mangueira,	<b>Corpo de Bombeiros atendeu 11 inundações de casas e três resgates de vítimas. Conforme a PMVA, 45 pessoas foram desalojadas, 150 desabrigadas, oito pessoas com ferimentos leves, dois com ferimentos graves, cinco casas foram destruídas, 12 prédios públicos e seis comunitários foram atingidos. (mais pelo temporal)</b>
27/11/2002	Cel. Brito e União (Mayer) e a vila Battisti	Rápida/ 27-77 mm na Pionner	Arnoldo Uhrig, que liga a Vila Battisti ao bairro Cel. Brito.	Castelhana, Angico	<b>Rua Arnoldo Uhrig, que liga a Vila Battisti ao bairro Coronel Brito se transformou num rio. Inundação de casas.</b>
24/02/2003	Centro e Macedo	Rápida 14 mm na Pionner	Final da Rua Osvaldo Aranha, Visconde do Rio Branco entre a 7 de Setembro e a General Osório, Jacob Becker.	Cambará, Arrozal, Angico	Final da Rua Osvaldo Aranha, onde estão localizados o Kolonie Haus e Loja de Móveis Nota 10, a água invadiu as casas provocando prejuízos. Visconde do Rio Branco entre a 7 de Setembro e a General Osório, Bairro Macedo também atingido e as ruas próximas a Sanga do Cambará.
12/06/2003	Centro, Macedo,	Rápida 33mm na Pionner	Locais de sempre	Cambará, Mnagueira, Arrozal, Angico	Alagamentos

10/07/2003	Chácara das Flores, Mayer (União) Battisti, Santa Tecla	Rápida 127 mm na cidade, Serra mais / 60 mm na Pioneer.	Visconde do Rio Branco com Reinaldo Schmaedecke, Osvaldo Aranha com Getúlio Vargas, Ruperti Filho com Getúlio Vargas	Cambará	2mil casa atingidas, Desabrigados 300. Foi comparada a cheia de 1974
11/09/2005	Mayer (União), Gressler	Rápida 150mm em 24h Registro na Pioneer 145mm dia 10	Jacob Becker estádio, Flávio Mena Barreto Mattos	Castelhano, Cambará	Inundação de casas em diversos bairros.
03/10/2005	Mayer (União)	Gradual 83 mm registro na Pioneer	Trecho sem calçamento da Ruperti Filho	Castelhano	Alguns pontos da cidade ficaram submersos, mas sem danos às moradias.

## ANEXO 4

### ORGANIZAÇÃO DOS DADOS DO CADASTRO IMOBILIÁRIOS EM PLANOS DE INFORMAÇÃO DE UM BANCO DE DADOS GEOGRÁFICO

Cadastro é um conjunto de informações sistematizadas e ordenadas sobre determinada matéria. A organização de um Cadastro Imobiliário Fiscal é condição importante para que o município possa instituir e arrecadar seus tributos, principalmente o IPTU (Imposto Predial e Territorial Urbano). Portanto, o cadastro Imobiliário consiste num conjunto de informações existentes em determinadas áreas urbanas sobre imóveis urbanos, valores dos imóveis, contribuintes, obras públicas e privadas e uso e ocupação do espaço urbano. Desta forma os produtos do cadastro podem estabelecer as bases da arrecadação de impostos, mas por outro, permitem integrar um banco de informações multifinalitárias com aplicações práticas que ultrapassam os propósitos estritamente fiscais. Quando o cadastro, com informações que ultrapassam os propósitos estritamente fiscais, está apoiado numa base cartográfica, ele se torna uma ferramenta indispensável para fornecer informações para auxiliar o gerenciamento dos problemas da cidade (Amorim et al, 2003). No caso deste trabalho ele foi utilizado para avaliar as áreas inundáveis e possíveis danos relacionados às inundações como as já registradas historicamente.

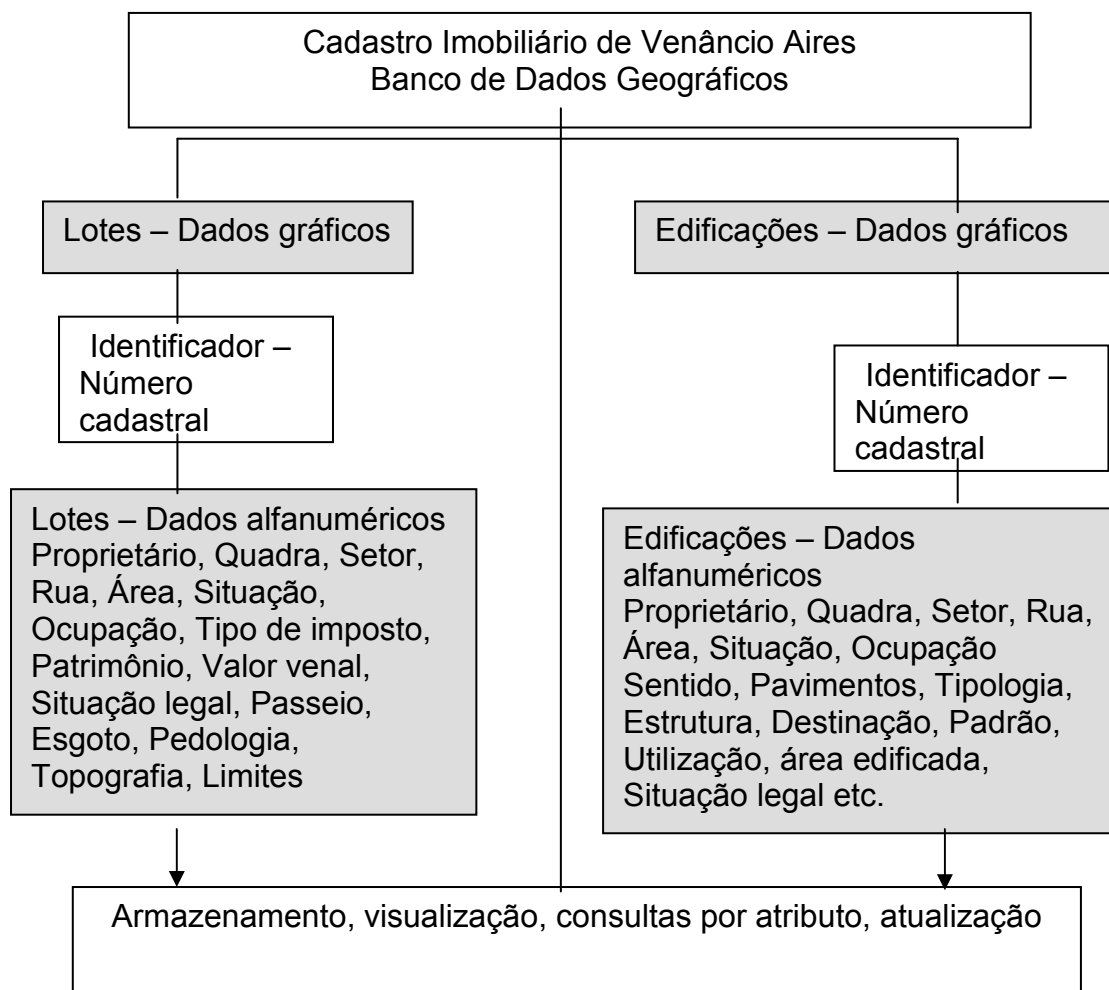
Na Prefeitura Municipal de Venâncio Aires os dados alfanuméricos referentes às unidades imobiliárias que constituem o Cadastro Imobiliário Urbano têm fins somente fiscais e estão armazenados em um banco de dados disponível, via rede interna, apenas para os setores da Secretaria Municipal da Fazenda e da Secretaria Municipal de Planejamento. Este sistema de banco de dados contém as rotinas necessárias ao lançamento do IPTU. Entre os anos 2003 e 2005, esses dados foram atualizados através de convênio entre a Universidade de Santa Cruz do Sul e a Prefeitura Municipal de Venâncio Aires. No trabalho foram realizados levantamentos de campo por sistema de varredura, ou seja, todas as unidades foram visitadas por recadastradores. Para cada lote foi preenchido um questionário através de entrevista com o morador e foi desenhado um croqui com as dimensões de lote e/ou edificações. Depois de realizados os levantamentos de campo foram efetuados os cálculos de áreas de lotes e edificações, bem como a conferência de dados sobre cada unidade. Os dados desse levantamento alimentaram o banco de dados

existente na prefeitura desenvolvido especificamente para a cobrança do IPTU (COLLISCHONN, LEÃO e RAUBER, 2005).

Depois de atualizado o banco de dados e da planta de imóveis urbana, desenvolveu-se uma etapa seguinte que possibilitou o uso dos dados do cadastro imobiliário para a avaliação de danos causados por inundações de diferentes magnitudes. Para que isto se tornasse possível foi preciso migrar para um Sistema de Informações Geográficas (SIG).

A criação deste sistema de Informações Geográficas demandou a digitalização da geometria dos lotes e edificações. Esta digitalização foi realizada sobre uma imagem de do Satélite *Quickbird* ortoretificada, adquirida pela prefeitura. Esta imagem que possui resolução espacial de 0,60 centímetros, permitiu distinguir ruas, contorno de algumas edificações e lotes, mas não permitiu realizar medidas confiáveis para alimentar dados de metragem e área em um cadastro imobiliário. A estruturação da base cartográfica contendo a representação dos imóveis compreendeu a construção de um arquivo vetorial digital com as feições geográficas relevantes para o cadastro multifinalitário municipal (vias, lotes e edificações) tendo como base de desenho a imagem de satélite de alta resolução georeferenciada (*QuickBird*) e os boletins, com os respectivos croquis, obtidos no cadastramento de campo. O processo de digitalização da base cartográfica foi desenvolvido em tela, sobre a imagem de satélite de alta resolução georeferenciada, utilizando-se o programa *AutoCadMap*. Consultas aos croquis dos lotes e edificações, obtidos no cadastramento em campo foram indispensáveis, porque as delimitações das feições geográficas na imagem não eram claras ou apresentarem-se parcialmente cobertas por árvores ou sombras. Em função dessa dificuldade a imagem não serviu como base para definição de medidas, mas como referência de localização das medidas realizadas em campo; a definição das dimensões dos lotes e edificações foi realizada com base nos croquis, resultantes das medidas de levantamento de campo.

Os lotes e as edificações foram representados como polígonos de forma a facilitar a ligação da entidade espacial com os dados alfanuméricos para a criação do Banco de Dados Geográficos. A construção do Banco de Dados Geográficos da Cidade de Venâncio Aires se define num modelo criado por Collischonn et al (2005), contendo as entidades da realidade a serem modeladas no sistema.



### Modelo de Relacionamentos criados no Banco de Dados Geográfico

Fonte: COLLISCHONN, LEÃO e RAUBER (2005, p. 2767).

A inserção numa única base de dados de informações espaciais provenientes de dados cartográficos e do cadastro urbano permitiu combinar as várias informações e realizar consultas, recuperar e visualizar o conteúdo da base de dados georeferenciados. A avaliação que foi realizada neste trabalho não usa o nome dos proprietários dos lotes ou edificações que habitam as áreas de risco porque não é o objetivo do trabalho. O que se almejava obter do cruzamento de informações era o número de lotes e edificações atingidas em caso de inundações.