UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – USP
FACULDADE DE FILOSOFIA LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS – FFLCH
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

MOISÉS ORTEMAR REHBEIN

**MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO APLICADO NA ANÁLISE DE
IMPACTOS AMBIENTAIS URBANOS: contribuições ao (re) conhecimento de
morfologias, morfocronogêneses e morfodinâmicas do relevo da bacia
hidrográfica do arroio Feijó – RS**

Área de concentração: Geografia Física
Orientador: Prof. Dr. Jurandyr Luciano Sanches Ross

São Paulo
2011

MOISÉS ORTEMAR REHBEIN

**MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO APLICADO NA ANÁLISE DE
IMPACTOS AMBIENTAIS URBANOS: contribuições ao (re) conhecimento de
morfologias, morfocronogêneses e morfodinâmicas do relevo da bacia
hidrográfica do arroio Feijó – RS**

TESE apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Geografia da Universidade de São Paulo para obtenção do
título de Doutor em Geografia.

Área de concentração: Geografia Física
Orientador: Prof. Dr. Jurandyr Luciano Sanches Ross

São Paulo

2011

A minha mãe, Anita Ilsa Züge,
alegria em meu viver;

Ao meu pai e minhas avós,
Ariovaldo Otmar Rehbein, Elzira
Rehbein e Renilda Pribe Züge, em
memória aos seus ideais, hoje
meus;

Aos amigos de longa data e de
toda vida, em especial a Gilberto
Collares Chaves;

Ao meu orientador, Jurandyr
Luciano Sanches Ross, pela
oportunidade, inabalável confiança
e compreensões;

As minhas sempre professoras
Erika Collischonn e Nina Simone
Vilaverde Moura Fujimoto, que me
instigaram ao reconhecimento da
Geografia e da Geomorfologia.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Jurandyr Luciano Sanches Ross, pela oportunidade, inabalável confiança e compreensões;

Aos professores da banca, pelo aceite e dedicação enquanto comissão examinadora deste trabalho de Tese;

Aos professores do Exame de Qualificação de proposta de Tese, Prof. Dr. Adilson Avansi de Abreu e Prof. Dr. Luis Antonio Bittar Venturi, pelas pertinentes observações na ocasião;

A Marisa de Souto Matos Fierz, amiga e pesquisadora do Laboratório de Geomorfologia da Universidade de São Paulo (USP), pelas recepções, de muitas boas-vindas, e materiais disponibilizados;

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Geografia da USP, em especial aqueles com quem construí conhecimentos através das disciplinas cursadas;

À USP pelo ensino público, gratuito e de qualidade;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), como bolsista, pelo imprescindível auxílio financeiro na realização deste trabalho;

Aos integrantes da ONG Associação Brasileira do Meio Ambiente (ABEMA), em especial Mário Luciano Ody Vieira, pelo acompanhamento nos trabalhos de campo e valiosos depoimentos, a partir de sua percepção, do espaço em estudo;

Aos funcionários da Fundação de Planejamento Metropolitano e Regional (METROPLAN), em especial aqueles vinculados aos Setores de Cartografia e a Biblioteca, pelas informações e materiais disponibilizados;

Aos funcionários da Secretaria Estadual do Meio Ambiente do Rio Grande do Sul (SEMA/ RS), em especial àqueles vinculados ao Comitê de Gerenciamento da bacia hidrográfica do rio Gravataí, pelas informações e materiais disponibilizados;

Ao funcionário César Meucci, do Setor de Planejamento da Prefeitura Municipal de Viamão/ RS, pelas informações e materiais disponibilizados;

Ao funcionário Paulo Padilha, da Secretaria de Habitação da Prefeitura Municipal de Alvorada/ RS, pelas informações e materiais disponibilizados;

Aos integrantes da Comissão de Defesa Civil do município de Alvorada/ RS, em especial ao Corpo de Bombeiros de Alvorada/ RS, pelas informações e materiais disponibilizados;

Aos colegas e amigos da Universidade Federal de Pelotas (UFPel.), pelas compreensões;

Aos amigos do “coração” de recentes e de longas datas;

A Adriana de Fátima Penteado, pelo companheirismo nesta empreitada.

“A ciência é o reflexo do homem no espelho da natureza” (Pauli).

“Se o homem é formado pelas circunstâncias, é necessário formar as circunstâncias humanamente” (K. Marx e F. Engels)

“Se eu encontrar qualquer outro capaz de ver as coisas na sua unidade e na sua multiplicidade, eis o homem que me guiará como um Deus” (Platão).

“Junte o que está completo e o que não está, o que concorda e o que discorda, o que está em harmonia e o que está em desarmonia.” (Heráclito).

“Eu creio pessoalmente que há pelo menos um problema... que interessa a todos os homens que pensam: o problema de compreender o mundo, nós mesmos e o nosso conhecimento como parte do mundo” (Karl Popper).

“O que é bem conhecido, justamente por ser bem conhecido, não é conhecido” (Hegel).

“Para os que entrarem nos mesmos rios, outras e outras são as águas que por eles correm... Dispersam-se e... reúnem-se... juntas vêm e para longe fluem... aproximam-se e afastam-se” (Heráclito).

“Caminante no hay camino, se hace camino al andar” (Machado).

RESUMO

REHBEIN, M. O. **Mapeamento geomorfológico aplicado na análise de impactos ambientais urbanos: contribuições ao (re) conhecimento de morfologias, morfocronogêneses e morfodinâmicas do relevo da bacia hidrográfica do arroio Feijó/ RS.** 2011. 339 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia Física; Departamento de Geografia; Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas; Universidade de São Paulo; São Paulo, 2011.

Impactos ambientais urbanos geram transtornos sociais diversos. Em muitos casos, a análise de impactos ambientais deveria ser pauta de reflexão cotidiana, inclusa nas políticas de planejamento urbano. Como suporte a essas políticas de planejamento urbano, numa perspectiva de aplicabilidade do conhecimento geomorfológico, destacam-se os mapeamentos temáticos em geomorfologia. Objetiva-se nesta pesquisa, de um modo geral, análises de impactos ambientais urbanos na bacia hidrográfica do arroio Feijó, utilizando-se do mapeamento geomorfológico de detalhe enquanto instrumento de referência, balizador e de síntese dessas análises. Apresentam-se Ab'Saber (1969), Ross (1992) e Fujimoto (2001), enquanto fundamentos teórico-metodológicos da pesquisa concretizada. Enquanto modos operacionais se destacam as atividades de levantamentos bibliográficos, de elaboração de documentos cartográficos, de trabalhos de campo e, embasadas nestas atividades, as análises. Compreender impactos ambientais urbanos requer o reconhecimento dos processos que os geraram e que, no seu próprio movimento, transformam-se. Impactos ambientais urbanos constituem-se ao longo do processo histórico, por julgamentos de valores de significâncias de efeitos perturbadores, de gêneses ou conseqüências antrópicas, no urbano ou para além, no ambiente, que, na promoção de mudanças ecológicas e/ ou sociais, coloquem em questão estados de auto-organização e/ ou de relativa estabilidade ambiental. A apreensão de impactos ambientais urbanos prima pela compreensão de processos ambientais através de análises multidimensionais as mais articuladas possíveis. As diretrizes para estruturação de mapeamentos geomorfológicos de detalhe, destacando-se os elementos de abordagem acordados pela Comissão de Pesquisa em Mapeamento Geomorfológico da União Geográfica Internacional (UGI), dados morfográficos, morfométricos e morfocronogenéticos do relevo, quando acrescidas das leituras morfodinâmicas do relevo, acredita-se, para o caso da bacia hidrográfica do arroio Feijó, bem embasam análises de impactos ambientais urbanos. Abordagens de dados hidrográficos, geológicos, pedológicos, pluviométricos, sócio-históricos e socioeconômicos contribuem na estruturação do mapeamento geomorfológico da bacia hidrográfica do arroio Feijó e, a partir deste, ao reconhecimento de proeminentes impactos ambientais urbanos na bacia hidrográfica em questão. No contexto do mapeamento geomorfológico, reconhecem-se padrões, unidades e geometrias de vertentes do relevo da bacia do Feijó, assim como, formas de processos atuais; também, reconhecem-se aspectos pedológicos e das vertentes de indicações morfogenéticas relativamente recentes do relevo, as quais, sensivelmente alteradas no processo de ocupação antrópica da bacia hidrográfica: há aumento do fluxo por terra e conseqüente redução da infiltração. Verifica-se alteração do sistema hidrológico da vertente e conseqüentemente do curso fluvial. Com a intensa alteração dos processos morfogenéticos, marcados pelo acréscimo dos fluxos superficiais, há um colapso na funcionalidade dos canais, com os solapamentos de margens, assoreamentos e transbordamentos dos mesmos. Visando-se atenuar os problemas decorrentes destas situações, entre outras práticas, utiliza-se do processo de retificação dos cursos fluviais, que se torna permanente. Desse modo, impõe-se a busca das gêneses, das funções e das relações, numa melhor compreensão de impactos ambientais. Há de se considerar essa busca uma constante entre as variáveis das dinâmicas ambientais, dentre elas, indica-se, das morfodinâmicas do relevo da bacia hidrográfica do arroio Feijó.

Palavras-chave: Mapeamento geomorfológico; Morfodinâmicas do relevo; Impactos ambientais urbanos; Bacia hidrográfica do arroio Feijó/ RS.

ABSTRACT

REHBEIN, M. O. Geomorphologic mapping applied to the analysis of urban environmental impacts: contributions to the (re) cognition of morphology, morphochronogenesis, and morphodynamics of the Feijó/ RS stream basin relief. 2011. 339 f. Thesis (PhD) - Graduate Program in Physical Geography; Department of Geography; Faculty of Philosophy and Humanities; University of São Paulo; São Paulo, 2011.

Urban environmental impacts generate various social disorders. In many cases, the analysis of environmental impacts should be the agenda for everyday discussion, included in urban planning policies. As support to these policies of urban planning in a perspective of applicability of geomorphologic knowledge we highlight the thematic mappings in geomorphology. This research, at large, aims at the analysis of urban environmental impacts in the Feijó stream hydrographic basin, using geomorphologic mapping detail as a reference tool, demarcation, and synthesis of these analyses. Ab'Saber (1969), Ross (1992), and Fujimoto (2001) are presented in the theoretical and methodological research done. Highlighted as operating modes are the activities of research in literature, elaboration of cartographic documents, field work, and based on these activities, the analyses. Understanding urban environmental impacts requires the recognition of the processes that generated them and that, in their own movement, transformed them. Urban environmental impacts form, along the historical process, by judgments of value of significance of disruptive effects, of genesis or anthropogenic consequences, in the urban city or beyond, in the environment, which, in promotion of ecological and/or social changes, questions states of self-organization and/or of relative environmental stability. The apprehension of urban environmental impacts stands out by understanding environmental processes through the most possibly articulated multidimensional analysis. Guidelines for structuring geomorphologic detail mapping, highlighting the elements of approach agreed upon by the Committee of Geomorphologic Mapping Research of the International Geographical Union (IGU), morphographic, morphometric, and morphochronogenetic data of the relief, when the morphodynamic readings of the relief are added, is believed, in the case of the Feijó stream hydrographic basin, to well underlie analysis of environmental impacts. Hydrographic, geological, pedological, pluviometric, socio-historical, and socio-economical data approaches contribute to the structure of the geomorphologic mapping of the Feijó stream hydrographic basin and, from this, the recognition of outstanding environmental impacts in the urban hydrographic basin concerned. In the context of the geomorphologic mapping standards, units and geometries of sections of the Feijó hydrographic basin relief are recognized, as well as forms of current processes, pedological aspects and areas of relatively recent morphogenetic indications of the relief are also recognized which, significantly altered in the process of human occupation of the hydrographic basin: there is an increased flow by land and a consequent reduction of infiltration. Change in the hydrological system of the slope is verified, and consequently of the course of the river. With intense alteration of the morphogenetic processes, marked by the increase in superficial flows, there is a collapse in the functionality of the canals, with the undermining of the banks, silting, and their flooding. Aiming at mitigating the problems arising from these situations, among other practices, the process of rectification of river courses is used, which becomes permanent. Thus, the search for the genesis, functions, and relations are imposed, for a better understanding of environmental impacts. One should consider this as a constant search among the variables of environmental dynamics, among which, the morphodynamics of the relief of the Feijó stream hydrographic basin is indicated.

Keywords: Geomorphologic mapping; Morphodynamics relief; Urban environmental impacts; Feijó/ RS stream hydrographic basin.

Lista de abreviaturas e siglas

AppGeMa - Working Group on Applied Geomorphological Mapping

APPs – Áreas de preservação permanente

Bt – Biotita

CPRM – Companhia de Recursos Minerais

Fa – Feldspato alcalino

FFLCH – Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas

GERM - Grupo Executivo da Região Metropolitana

GPS - Sistema de Posicionamento Global

IAG/AIG - International Association of Geomorphologists/ Association Internationale des Géomorphologues

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

I.G.U. - International Geographical Union

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

ITC - International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences

KM (km) – Quilômetros

M (m) – Metros

Ma – Milhões de anos

METROPLAN – Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional

MNT - Modelo Numérico do Terreno

ONGs - Organizações não Governamentais

PAC - Projeto de Aceleração do Crescimento

Pl – Plagioclásio

POA – Porto Alegre

Qz – Quartzo

RMPA – Região Metropolitana de Porto Alegre

RS – Rio Grande do Sul

S. G. E. - Serviço Geográfico do Exército

SIG – Sistemas de Informações Geográficas

SPOA – Sutura de Porto Alegre

Ti – Titanita

URSS - União das Repúblicas Socialistas Soviéticas

USP – Universidade de São Paulo

UTM - Universal Transversa de Mercator

ZCTPOA – Zona de Cisalhamento Transcorrente de Porto Alegre

Lista de figuras

Figura 01. Localização da bacia hidrográfica do arroio Feijó na RMPA.....	025
Figura 02. A bacia hidrográfica do arroio Feijó em contexto urbano.....	026
Figura 03. Diagrama esquemático sobre a taxonomia do relevo.....	036
Figura 04. Esquema síntese, de informações sobrepostas, na estruturação dos mapas geomorfológicos da série GMK 25.....	088
Figura 05. Parte da legenda do mapa geomorfológico da série GMK 25 (1:25.000); Folha 13; Berlim – Zehlendorf, 1983.....	090
Figura 06. Parte da legenda do mapa geomorfológico da série GMK 25 (1:25.000); Folha 13; Berlim – Zehlendorf, 1983.....	091
Figura 07. Mapa de elementos hidrográficos da bacia do arroio Feijó/ RS.....	103
Figura 08. Mapa de localização (aproximada) da bacia hidrográfica do arroio Feijó no contexto das Unidades Morfoesculturais do RS.....	105
Figura 09. Unidades litoestratigráficas da bacia hidrográfica do arroio Feijó/ RS.....	106
Figura 10. Síntese informativa de características geológicas das unidades litoestratigráficas da bacia hidrográfica do arroio Feijó/ RS.....	107
Figura 11 (A, B, C). Orogêneses do Cinturão Dom Feliciano e as formações da Sutura (SPOA) e da Zona de Cisalhamento Transcorrente de Porto Alegre (ZCTPOA).....	110
Figura 12. Cinturão Dom Feliciano.....	112
Figura 13. Modelo da geometria dos depósitos do sistema de leques aluviais alimentados pelo Escudo Sul-Riograndense.....	114
Figura 14. (A) aspecto de campo de riolito; (B) fotomicrografia de riolito; (C) aspecto de campo do granito Santana; (D) fotomicrografia do granito Santana.....	124
Figura 15. (A) aspecto de campo do granito Feijó; (B) fotomicrografia do granito Feijó; (C) aspecto de campo do granito Independência; (D) fotomicrografia do granito Independência.....	125
Figura 16. (A) aspecto de campo do granito Saint Hilaire; (B) fotomicrografia do granito Saint Hilaire; (C) aspecto de campo do granito Lomba do Sabão; (D) fotomicrografia do granito Lomba do Sabão.....	127
Figura 17. Guia para identificação das classes de textura.....	134
Figura 18. Exemplos de tipos de macroestruturas.....	136
Figura 19. Tipos de transição entre horizontes de solos, de acordo com a topografia.....	140
Figura 20. Transição gradual e ondulada entre os horizontes Bt e C de ARGISSOLO VERMELHO.....	144
Figura 21. Minerais primários semi-alterados, dispersos na massa e como veios, em horizonte C de ARGISSOLO VERMELHO.....	145
Figura 22. Minerais primários semi-alterados do horizonte C de ARGISSOLOS VERMELHOS.....	145
Figura 23. Perfil de ARGISSOLOVO VERMELHO-AMARELO.....	147

Figura 24. Registros fotográficos e descrições morfológicas de amostras coletadas de horizonte Bt de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, próximas ao contato A-Bt.....	148
Figura 25. Registros fotográficos e descrições morfológicas de amostras do horizonte Bt de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, obtidas entre 115 e 125 cm de profundidades.....	149
Figura 26. Registros fotográficos e descrições morfológicas de amostras do horizonte Bt de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, obtidas entre 135 e 145 cm de profundidades.....	150
Figura 27. Transição clara e irregular entre os horizontes A e C de NEOSSOLO REGOLITICO.....	153
Figura 28. Observação de elementos texturais e macroestruturais de amostra do horizonte C de NEOSSOLO REGOLITICO.....	153
Figura 29. Observação de elementos morfológicos de amostra do horizonte A de NEOSSOLO REGOLITICO.....	154
Figura 30. Croqui dos núcleos de especializações funcionais da RMPA/ RS, 1950-80.....	175
Figura 31. Croqui da evolução urbana na bacia hidrográfica do arroio Feijó/ RS, entre as décadas de 1970/90.....	180
Figura 32. Registros fotográficos de ocupações irregulares das margens de cursos fluviais da bacia hidrográfica do arroio Feijó/ RS.....	183
Figura 33. Registros fotográficos de ocupações irregulares em áreas de nascentes e de margens de cursos fluviais da bacia hidrográfica do arroio Feijó/ RS.....	184
Figura 34. No segundo plano, ocupação urbana sobre relevo de encostas de declividades relativamente acentuadas da bacia hidrográfica do arroio Feijó/ RS.....	185
Figura 35. No segundo plano, domicílios sobre relevo de encostas de declividades relativamente acentuadas da bacia hidrográfica do arroio Feijó/ RS.....	185
Figura 36. Ocupação urbana sobre topo e encostas de relevo de declividades relativamente acentuadas da bacia hidrográfica do arroio Feijó/ RS.....	185
Figura 37 (A; B; C). Lixo acumulado em base de pontes sobre o médio curso do arroio Feijó/ RS.....	198
Figura 38 (A; B; C). Depósitos de lixo às margens, no leito e retirado do arroio Feijó/ RS.....	199
Figura 39. Focos de lixo às margens do médio curso do arroio Feijó/ RS, resultantes de atividades de catadores.....	200
Figura 40. Depósito irregular de lixo às margens do baixo curso do arroio Stella Maris/ RS.....	200
Figura 41. Mapa de elementos topográficos da bacia do Feijó/ RS.....	202
Figura 42. Mapa hipsométrico da bacia hidrográfica do arroio Feijó/ RS.....	205
Figura 43. Mapa clinográfico da bacia hidrográfica do arroio Feijó/ RS.....	206
Figura 44. Mapa de padrões de formas semelhantes de relevo da bacia do Feijó/RS.....	209

Figura 45. Material eluvionar entre a média e a alta encosta, em vertente suavemente convexa, de morrote sustentado pelo granito Independência.....	214
Figura 46. Corte em terreno expondo matacão do granito Saint Hilaire.....	215
Figura 47. A. Saprólito; B. Desagregação litoestrutural.....	216
Figura 48. Mapa de unidades de relevo do padrão de formas semelhantes em planícies da bacia do Feijó/ RS.....	220
Figura 49. Mapa de unidades de relevo do padrão de formas semelhantes em morros da bacia do Feijó/ RS.....	221
Figura 50. Mapa de unidades de relevo do padrão de formas semelhantes em morrotes da bacia do Feijó/ RS.....	222
Figura 51. Mapa de unidades de relevo do padrão de formas semelhantes em colinas da bacia do Feijó/ RS.....	223
Figura 52 (A; B; C; D). Ilustrações e dados da planície fluvial do arroio Feijó/RS.....	226
Figura 53. Seção fluvial do arroio Feijó próximo sua foz.....	227
Figura 54. Mapa das planícies fluviais da bacia do Feijó/ RS.....	228
Figura 55. Arroio Stella Maris.....	229
Figura 56 (A; B; C; D). Ilustrações e dados de alvéolos da bacia do Feijó/ RS.....	231
Figura 57 (A; B). Representações em planta e perfil de <i>Hollows</i> côncavos articulados.....	233
Figura 58. (A; B). Ilustrações e dados de <i>hollow</i> côncavo articulado da bacia do Feijó/ RS.....	234
Figura 59 (A.; B.; C.; D.). Ilustrações e dados de vertentes de terraço fluvial do rio Gravataí/ RS.....	237
Figura 60. No segundo plano, vale em “V”, seccionando o morro granítico Santana.....	241
Figura 61 (A; B). Vertentes retilínea e convexa de morrotes elúvio-graníticos Lomba do Sabão.....	244
Figura 62. Morrote elúvio-granítico Lomba do Sabão (ao centro) contíguo as vertentes convexas do morrote elúvio-granítico Saint Hilaire (no 1º plano) e ao morro granítico Santana (ao fundo).....	245
Figura 63. Os modelos geométricos de vertentes de Troeh (1965).....	248
Figura 64. Litologias do morro granítico Santana em estágios avançados de meteorização.....	250
Figura 65. Matacões do granito Saint Hilaire atestando ocorrência de solos autóctones.....	250
Figura 66. Ocorrência de ARGISSOLOS VERMELHOS em média encosta de vertentes convexas do morrote elúvio-granítico Saint Hilaire.....	251
Figura 67. Ocorrência de ARGISSOLOS VERMELHOS entre a média e baixa encosta de vertentes convexo-côncavas do morrote elúvio-granítico Saint Hilaire.....	251
Figura 68. Ocorrência de ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS entre a média e baixa encosta de vertentes convexo-côncavas do morrote elúvio-granítico Saint Hilaire.....	253
Figura 69. Desenvolvimento de horizonte E em perfil de ARGISSOLO VERMELHO.....	254

Figura 70. Perfil de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, cuja base do horizonte Bt de cores acinzentadas.....	255
Figura 71 (A.; B.). Segmentos de vertentes do terraço fluvial do rio Gravataí com solos mal a muito mal drenados.....	256
Figura 72. Processos erosivos laminares e lineares em vertentes do morrote elúvio-granítico Independência, próximas ao contato com o morrote elúvio-granítico Feijó.....	259
Figura 73 (A; B; C; D). Registros fotográficos e breves descrições de loteamentos urbanos em implantação sobre relevo em morrotes da bacia hidrográfica do arroio Feijó/RS.....	264
Figura 74. Em 1º plano, via pública asfaltada sobre topo plano/ convexo do morrote elúvio-granítico Lomba do Sabão e, em 2º plano, ocupação urbana de vertentes do morro granítico Santana.....	263
Figura 75 (A; B). Ravinas recorrentes de aberturas de trilhas em vertentes do morro granítico Santana.....	265
Figura 76. Formas de processos erosivos lineares sobre e paralelos aos arruamentos na Vila Mário Quintana/ Porto Alegre/ bacia do Feijó/ RS.....	266
Figura 77. (A; B; C; D). Formas de processos erosivos lineares sobre e paralelos a arruamentos.....	267
Figura 78. (A; B; C). Imagens de satélite de alta resolução espacial, evidenciando formas de processos erosivos lineares avançados em áreas do loteamento Algarve/ Alvorada/ bacia do Feijó/ RS.....	269
Figura 79 (A; B; C; D; E). Formas e descrições a cerca de processos erosivos lineares em áreas do loteamento Algarve/ Alvorada, inseridas na bacia do Feijó/RS.....	270
Figura 80. Dutos (<i>pipes</i>) em cabeceira de voçoroca.....	271
Figura 81 (A; B; C; D). Formas de processos erosivos lineares avançados sobre e paralelo arruamento em loteamento aberto no bairro Viamópolis/ Viamão/ bacia do Feijó/ RS.....	272
Figura 82 (A; B; C) Dutos em evidência em superfícies de cortes na implantação de arruamentos em loteamento no bairro Viamópolis/ Viamão/ bacia do Feijó/ RS.....	274
Figura 83 (A; B; C). Carga de sedimentos mobilizados no interior de voçorocas.....	275
Figura 84. Depósito sedimentar retrabalhado sobre alvéolo flúvio-eluvionar do arroio Stella Maris; Setembro de 2007.....	276
Figura 85. (A; B; C; D). Cones de dejeção a partir de ravinamentos e ou voçorocamentos, resultantes de vias precariamente estruturadas.....	277
Figura 86. Registro da atuação do Corpo de Bombeiros de Alvorada/RS no controle de queimadas de vegetação arbustiva sobre vertentes do relevo da bacia do Feijó/RS.....	278
Figura 87 (A; B; C). Loteamentos de expressiva densidade de coberturas edificadas/ vertentes do relevo da bacia do Feijó/ RS.....	279

Figura 88. Núcleo urbano de expressiva densidade de coberturas edificadas/ Viamópolis/ Viamão/ bacia do Feijó/ RS.....	280
Figura 89 (A; B). Formas de processos erosivos e resultantes de reacomodação de materiais expostos em superfícies de corte e de aterro.....	281
Figura 90 (A; B; C). Cortes, aterros e situações de risco sobre vertentes do relevo da bacia do Feijó/ RS.....	282
Figura 91 (A; B; C; D). Edificações sobre vertentes convexo-côncavas de morrotes, adjacentes <i>hollows</i> côncavos articulados.....	283
Figura 92. Moradias construídas sobre palafitas nas proximidades de confluências fluviais/ Vila Augusta/ Viamão/ bacia do Feijó/ RS.....	286
Figura 93. Áreas úmidas sobre segmentos de vertentes da planície do arroio Feijó e do terraço do rio Gravataí, em momento de concentração hídrica.....	287
Figura 94 (A; B; C). Imagens de núcleos urbanos sobre o padrão de formas semelhantes em planícies fluviais da bacia do Feijó/ RS.....	288
Figura 95 (A; B; C). APPs. de margens de cursos d'água ocupadas inapropriadamente/ bacia do Feijó/ RS.....	289
Figura 96 (A; B). Segmentos do arroio Feijó cujas margens cobertas por vegetação ciliar.....	290
Figura 97 (A - H). Registros fotográficos de ocupações irregulares, muito próximas às margens de cursos fluviais da bacia do Feijó/RS.....	291
Figura 98 (A; B; C). Áreas aterradas de margens fluviais na bacia do Feijó/RS.....	293
Figura 99 (A; B; C; D). Aberturas de valas para drenagens de áreas aterradas sobre planícies e ou terraços da bacia do Feijó/ RS.....	294
Figura 100 (A; B; C; D). Canalizações e valas de escoamento pluvial e de esgotamento doméstico, em segmentos de planícies da bacia do Feijó/ RS.....	295
Figura 101. Loteamento urbano em área aterrada de antigo banhado da planície do arroio Feijó/ RS.....	296
Figura 102 (A; B). Seções retelinizadas do médio/ alto curso do arroio Feijó, sem obras de contenção dos taludes das margens.....	296
Figura 103 (A; B; C). Estabilizações de taludes de margens côncavas de cursos fluviais através de matacões/ bacia do Feijó/ RS.....	297
Figura 104 (A; B; C; D). Retilinizações de seções fluviais e usos de muro gabião na sustentação de taludes de margens de arroios da bacia do Feijó/ RS.....	298
Figura 105. (A; B; C; D). Registros fotográficos de atividades de desobstruções e aprofundamentos de leitos fluviais da bacia do Feijó/ RS.....	299
Figura 106 (A; B; C). Solapamentos de margens fluviais côncavas na bacia do Feijó/ RS.....	301
Figura 107. Solapamento de margem fluvial côncava do médio curso do arroio Feijó/ RS.....	301
Figura 108 (A; B; C). Tentativas de contenções de solapamentos de taludes de margens fluviais mediante deposições de materiais residuais antrópicos/ bacia do Feijó/ RS.....	302

Figura 109 (A; B; C; D). Situações de riscos por solapamentos de taludes de margens fluviais/ bacia do Feijó/ RS.....	303
Figura 110 (A - G). Seções fluviais de expressivas competências e ou capacidades/ bacia do Feijó/ RS.....	304
Figura 111 (A; B; C; D). Bancos de depósitos flúvio-tecnogênicos em seções retificadas do arroio Stella Maris/ bacia do Feijó/ RS.....	307
Figura 112 (A – G). Bancos de depósitos flúvio-tecnogênicos em seções do arroio Feijó/ RS.....	308
Figura 113. Formação de depósito fluvial em margem convexa do arroio Feijó/ RS.....	309
Figura 114 (A; B; C; D). Acúmulo de resíduos sólidos em seções fluviais da bacia do Feijó/ RS.....	310
Figura 115 (A; B; C). Incorporações de segmentos de vertentes marginais ao fluxo hidráulico regular do arroio Feijó/ bacia do Feijó/ RS.....	311
Figura 116 (A; B). Evidências da variação do nível d'água do arroio Feijó/ RS.....	312
Figura 117 (A; B; C; D). Inundação urbana/ Alvorada/ bacia do Feijó/ RS – 2002.....	314
Figura 118 (A; B; C; D). Inundação de núcleos urbanos sobre terraço do rio Gravataí/ Alvorada/ bacia do Feijó/ RS - 23 de setembro de 2007.....	315
Figura 119 (A; B; C; D). Inundação de núcleos urbanos sobre a planície do arroio Feijó/ Alvorada/ RS - 23 de setembro de 2007.....	316
Figura 120 (A; B; C). Inundação de núcleos urbanos sobre a planície do arroio Feijó/ Alvorada/ RS – 03 de maio de 2008.....	317
Figura 121 (A; B; C; D). Inundação de núcleos urbanos sobre terraço do rio Gravataí/ Alvorada/ bacia do Feijó/ RS – 10 de agosto de 2009.....	318
Figura 122 (A; B; C; D). Inundação de núcleos urbanos edificados sobre a planície do arroio Feijó e o terraço do rio Gravataí/ Alvorada/ bacia do Feijó/ RS – 15 e 19 de setembro de 2009.....	319
Figura 123 (A; B; C; D; E). Mapa geomorfológico da bacia hidrográfica do arroio Feijó/ RS.....	321-25

Lista de gráficos

Gráfico 01. Precipitação média mensal do período 1961-90 na Estação de Porto Alegre/ RS.....	158
Gráfico 02. Evaporação média mensal do período 1961-90 na Estação de Porto Alegre/ RS.....	158
Gráfico 03. Temperatura média mensal do período 1961-90 na Estação de Porto Alegre/ RS.....	159
Gráfico 04. Temperatura máxima média mensal do período 1961-90 na Estação de Porto Alegre/ RS.....	159
Gráfico 05. Temperatura mínima média mensal do período 1961-90 na Estação de Porto Alegre/ RS.....	160

Gráfico 06. Umidade relativa do ar média mensal do período 1961-90 na Estação de Porto Alegre/ RS.....	161
Gráfico 07. Precipitação máxima (24h), média mensal do período 1961-90 na Estação de Porto Alegre/ RS.....	162
Gráfico 08. Chuva acumulada anual (1970 – 99) na Estação de Porto Alegre/ RS.....	164
Gráfico 09. Média de chuva acumulada mensal no período 1970-99 na Estação de Porto Alegre/ RS.....	164
Gráfico 10. Chuva acumulada mensal em 1988 na Estação de Porto Alegre/ RS.....	165
Gráfico 11. Chuva acumulada mensal em 1972 na Estação de Porto Alegre/ RS.....	165
Gráfico 12. Distribuição mensal do total de eventos pluviométricos e de suas intensidades durante o período de 1970-99 na Estação de Porto Alegre/ RS.....	167
Gráfico 13. Chuva acumulada mensal em 1999 na Estação de POA/ RS.....	168
Gráfico 14. Chuva acumulada mensal em 2003 <i>versus</i> a normal climatológica (1961-90) na Estação de Porto Alegre/ RS.....	172
Gráfico 15. Chuva acumulada mensal e número de dias com chuva em 2003 na Estação de POA/ RS.....	170
Gráfico 16. Participação do número de domicílios localizados na bacia do Feijó no contexto das municipalidades de Alvorada, Porto Alegre e Viamão/ RS, em 1991.....	189
Gráfico 17. Distribuição percentual (%) de classes hipsométricas na bacia do Feijó/ RS.....	203
Gráfico 18. Distribuição percentual (%) de classes clinográficas na bacia do Feijó/ RS.....	204
Gráfico 19. Ocorrência percentual (%) dos padrões de formas semelhantes de relevo na bacia do Feijó/ RS.....	208

Lista de tabelas

Tabela 01. Dados do arroio Feijó e de importantes tributários fluviais.....	102
Tabela 02. Comparação entre unidades litodêmicas propostas por Schneider, Loss & Pinto (1974); Philipp (1998) e Menegat <i>et. al.</i> (1998) e suas respectivas suítes intrusivas de acordo com Oliveira (2001).....	120
Tabela 03. Médias percentuais (%) dos minerais essenciais dos granitóides de ocorrência na área da bacia do Feijó.....	121
Tabela 04. Minerais acessórios dos granitóides de ocorrência na área da bacia do Feijó: (-) não encontrados; (tr) traços.....	121
Tabela 05. Unidades de mapeamento e unidades taxonômicas de solos correspondentes na bacia do Feijó/ RS.....	129
Tabela 06. Descrição das classes de relevo.....	130
Tabela 07. Unidades de mapeamento de solos na bacia do Feijó/ RS: descrições de áreas de ocorrência e de inclusões.....	130

Tabela 08. Dimensão das partículas, frações granulométricas e a sensação ao tato em amostra úmida e homogeneizada.....	133
Tabela 09. Classes de estrutura.....	135
Tabela 10. Descrição dos graus de desenvolvimento da cerosidade.....	137
Tabela 11. Descrição da quantificação da cerosidade.....	137
Tabela 12. Classes de friabilidade e respectivos critérios de enquadramento.....	138
Tabela 13. Classes de plasticidade e respectivos critérios de enquadramento.....	139
Tabela 14. Classes de pegajosidade e respectivos critérios de enquadramento.....	139
Tabela 15. Classes de profundidade dos solos.....	141
Tabela 16. Horizontes e características morfológicas dos perfis de PLANOSSOLOS HIDROMÓRFICOS.....	142
Tabela 17. Horizontes e características morfológicas dos perfis de GLEISSOLOS HÁPLICOS.....	143
Tabela 18. Horizontes e características morfológicas dos perfis de ARGISSOLOS VERMELHOS.....	144
Tabela 19. Horizontes e características morfológicas dos perfis de ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS.....	146
Tabela 20. Horizontes e características morfológicas dos perfis de CAMBISSOLOS.....	151
Tabela 21. Horizontes e características morfológicas dos perfis de NEOSSOLOS REGOLÍTICOS.....	152
Tabela 22. Horizontes e características morfológicas dos perfis de NEOSSOLOS LITÓLICOS.....	155
Tabela 23. Médias de longo prazo (1912 a 1997) de elementos climáticos registrados em Porto Alegre/ RS.....	162
Tabela 24. Dias chuvosos e eventos de precipitação diária superior a 30 mm no ano de 1972 na Estação de Porto Alegre/ RS.....	166
Tabela 25. Dados quanti-qualitativos de registros de ocorrências de impactos ambientais resultantes de eventos atmosféricos tempestivos nas proximidades e adjacências do exutório hídrico da bacia do Feijó/ RS – 23/09/2007; 03/05/2008; 09/08/2009.....	171
Tabela 26. Evolução do número de habitantes e de suas taxas de crescimento anual no Distrito Sede, Passo do Sabão e no município de Viamão, em 1970-80 e 1985.....	177
Tabela 27. Crescimento Populacional e Migração em Viamão (1970-80 e 1991).....	178
Tabela 28. População total e inserida na bacia do Feijó em contextos municipais, em 1991.....	187
Tabela 29. População total e inserida na bacia do Feijó, em contextos municipais, em 2000.....	188
Tabela 30. Números de domicílios total e inseridos na bacia do Feijó, em contextos municipais no ano de 1991.....	189

Tabela 31. Domicílios, população e habitantes por domicílio, por município na bacia do Feijó/RS em 1991.....	190
Tabela 32. Distribuição da população por faixa etária em 1991 na bacia do Feijó/RS.....	190
Tabela 33. Distribuição da população do zero aos dezenove anos de idade em 1991 na bacia do Feijó/RS.....	191
Tabela 34. Nível de instrução dos chefes de domicílio na bacia do Feijó/RS em 1991.....	191
Tabela 35. Distribuição dos chefes de domicílio por faixas de rendimentos salariais na bacia do Feijó/RS, em 1991.....	192
Tabela 36. Rendimentos dos chefes de domicílios na bacia do Feijó/RS, nos municípios de Alvorada, Porto Alegre e Viamão e percentuais representativos em 1991.....	193
Tabela 37. Estimativa da geração diária de resíduos sólidos por município na bacia do Feijó/RS em 1991.....	195
Tabela 38. Relação dos domicílios atendidos pela coleta direta municipal na bacia do Feijó/RS em 1991.....	195
Tabela 39. Número de domicílios na bacia do Feijó que descartam inadequadamente seus resíduos, em 1991.....	196
Tabela 40. Número de domicílios e destino do lixo em 1991 e 2000 na Vila Augusta/ Viamão/ bacia do Feijó/RS.....	197
Tabela 41. Distribuição em área (ha) de classes hipsométricas na bacia do Feijó/RS.....	203
Tabela 42. Distribuição em área (ha) de classes clinográficas na bacia do Feijó/RS.....	204
Tabela 43. Padrões de formas semelhantes de relevo e suas respectivas dimensões na bacia do Feijó/RS.....	208
Tabela 44. Formas de relevo e variáveis morfométricas na bacia do Feijó/RS.....	224
Tabela 45. Classes de drenagem dos solos e suas respectivas especificações.....	252
Tabela 46. Unidades de mapeamentos de solo, faixas de declividades e graus de suscetibilidade a erosão laminar na bacia do Feijó/RS.....	260
Tabela 47. Características relativas à drenagem e à profundidade das unidades taxonômicas de solos da bacia do Feijó/RS.....	262

SUMÁRIO

I. INTRODUÇÃO.....	021
1.1. A Ciência geomorfológica e alguns de seus fundamentos de aplicação: ênfase ao mapeamento.....	021
1.2. A bacia hidrográfica do arroio Feijó/ RS: uma realidade que demanda estudos.....	024
1.3. Objetivos e hipótese de pesquisa.....	030
1.4. Fundamentos teórico-metodológicos.....	031
1.5. Procedimentos metodológicos operacionais da pesquisa.....	038
1.5.1. Principais materiais.....	038
1.5.2. Atividades alternadas entre o gabinete e o campo.....	039
1.5.2.1. Os levantamentos bibliográficos.....	041
1.5.2.2. A elaboração de documentos cartográficos.....	044
1.5.2.3. As atividades de campo.....	045
1.5.2.4. As análises.....	046
II. ENSAIOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS: O (RE) CONHECIMENTO DE SIGNIFICADOS DE IMPACTOS AMBIENTAIS URBANOS E DE MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO DE DETALHE.....	047
2.1. Ambiente; Urbano; Impacto - Impacto ambiental urbano: revisões e construções de significados.....	047
2.1.1. Ensaio sobre o meio (ambiente): os significados de natureza por olhares geográficos.....	048
2.1.1.1. A (des) construção do pensar ambiente.....	048
2.1.1.2. Novos paradigmas ambientais.....	054
2.1.1.3. O que se tem dito na geografia do ambiente.....	059
2.1.2. Um ambiente que se quer urbano: o ambiente urbano.....	062
2.1.3. Significando impactos ambientais urbanos.....	067
2.1.4. Ambiente; Urbano; Impacto - Impacto ambiental urbano: significados possíveis.....	075
2.2. Mapeamento geomorfológico de detalhe: um breve histórico, os conteúdos de abordagem e as tendências no seu fazer.....	077
2.2.1. Breve histórico dos esforços de padronização internacional da cartografia geomorfológica de detalhe.....	077
2.2.2. Os princípios de preparação dos mapas geomorfológicos de detalhe acordados pela UGI: considerações a cerca.....	082
2.2.2.1. Ensaio pós-recomendações da UGI: o que é unânime e o que é controverso no mapeamento geomorfológico de detalhe.....	086
2.2.3. Tendências no fazer e no representar geomorfológico.....	093

III. MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO FEIJÓ/RS APLICADO NA ANÁLISE DE IMPACTOS AMBIENTAIS URBANOS.....	099
3.1. Bacia hidrográfica do arroio Feijó: sistema hidro-geomorfológico.....	099
3.1.1. Considerações geológicas.....	104
3.1.1.1 A evolução geológica regional e a formação das unidades litoestratigráficas da bacia hidrográfica do arroio Feijó.....	104
3.1.1.2. Características texturais e estruturais das unidades litoestratigráficas da bacia hidrográfica do arroio Feijó.....	118
3.1.1.2.1. Sistemas deposicionais do tipo “Laguna-Barreira IV; III e I”.....	118
3.1.1.2.2. Sistema de leques aluviais (leques alimentados pelo Escudo Pré-cambriano).....	119
3.1.1.2.3. As unidades graníticas.....	120
3.1.1.2.3.1. Os granitóides pós-transcorrentes: unidades litodêmicas das suítes intrusivas de Itapuã; Porto Alegre e Viamão..	122
3.1.1.2.3.2. Granitóide sintranscorrente.....	126
3.1.2. Considerações pedológicas.....	128
3.1.2.1. Unidades de mapeamento de solos.....	128
3.1.2.2. Unidades taxonômicas de solos.....	131
3.1.2.2.1. Elementos morfológicos de abordagem.....	131
3.1.2.2.2. Caracterização das unidades taxonômicas de solos: descrições das áreas de ocorrência e morfológicas.....	141
3.1.3. Considerações climatológicas.....	156
3.1.3.1. Dinâmicas e Normais Climatológicas: Dados da Estação Meteorológica de Porto Alegre/ RS.....	156
3.1.3.2. O comportamento dos dados pluviométricos no período entre 1970-99 na Estação Meteorológica de Porto Alegre/ RS.....	163
3.1.3.3. Eventos pluviométricos adversos mais recentes, de mobilização das autoridades públicas.....	167
3.1.4. Considerações do processo de ocupação antrópica e de características sociais	172
3.1.4.1. A especialização funcional das áreas da bacia do Feijó no contexto da Região Metropolitana de Porto Alegre/ RS: características do processo de ocupação urbana.....	172
3.1.4.1.1. A estruturação da Região Metropolitana de Porto Alegre/ RS e a formação de áreas de especializações funcionais.....	172
3.1.4.1.2. A especialização funcional das áreas da bacia hidrográfica do arroio Feijó no contexto da RMPA/ RS: características do processo de ocupação urbana.....	172
3.1.4.2. População residente em 1991 e 2000 na bacia do Feijó/ RS e algumas de suas características socioeconômicas.....	187

3.1.4.3. Dados da produção e destino dos resíduos sólidos domiciliares na bacia do Feijó/ RS.....	195
3.2. Cartografias e análises de padrões, unidades e vertentes do relevo da bacia hidrográfica do arroio Feijó/ RS.....	201
3.2.1. Morfologia: ênfases morfométricas e morfográficas no reconhecimento de padrões de formas semelhantes do relevo.....	201
3.2.2. Cronologias e gêneses dos padrões morfológicos: ensaios sobre a estruturação das unidades de relevo e de vertentes.....	210
3.2.3. As unidades de relevo e de vertentes: aspectos morfológicos e morfogenéticos.....	219
3.2.3.1. Planícies flúvio-tecnogênicas, fluviais e ou terraços fluviais do arroio Feijó e tributários.....	225
3.2.3.2. Alvéolos flúvio-eluvionares de cursos tributários do arroio Feijó.....	229
3.2.3.3. Depressões de anfiteatros (<i>hollows</i>).....	232
3.2.3.4. Terraços fluviais do rio Gravataí.....	235
3.2.3.5. Rampas coluvionares.....	238
3.2.3.6. Morrote elúvio-coluvionar granítico Santana.....	239
3.2.3.7. Morro Granítico Santana.....	240
3.2.3.8. Morrotes elúvio-graníticos Santana, Saint Hilaire, Independência, Feijó e Lomba do Sabão.....	242
3.2.3.9. Colinas elúvio-graníticas Saint Hilaire e Lomba do Sabão.....	245
3.2.4. Aspectos pedológicos e das vertentes de indicações morfogenéticas relativamente recentes do relevo.....	246
3.3. Mapeamento geomorfológico aplicado na análise de impactos ambientais urbanos: o (re) conhecimento de morfologias, morfocronogêneses e morfodinâmicas do relevo da bacia hidrográfica do arroio Feijó/ RS.....	262
3.3.1. Evidências de morfodinâmicas do relevo e de impactos ambientais urbanos nos padrões de formas semelhantes de relevo da bacia do Feijó/ RS	262
3.3.1.1. Padrões de formas semelhantes em morros, morrotes e colinas: Evidências de morfodinâmicas do relevo e de impactos ambientais urbanos	262
3.3.1.2. Padrões de formas semelhantes em planícies: Evidências de morfodinâmicas do relevo e de impactos ambientais urbanos.....	286
3.3.2. Mapeamento geomorfológico da bacia hidrográfica do arroio Feijó/ RS: método, produto e síntese de pesquisa.....	320
IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	326
V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	330

I – INTRODUÇÃO

1.1. A Ciência geomorfológica e alguns de seus fundamentos de aplicação: ênfase ao mapeamento

Diagnósticos, impactos, monitoramentos, planejamentos, gerenciamentos, gestões e prognósticos ambientais são ressaltados como expressões de definições próprias e temas para implementação de trabalhos teóricos e práticos. Para cada um desses temas há, em todas as ciências, conteúdos a serem oferecidos e incorporados.

A Geomorfologia, em função do seu objeto, tem espaço próprio nos estudos ambientais. O relevo constitui o objeto da Geomorfologia. A existência desse objeto, com diversificado conteúdo a ser compreendido, a sistematização do conhecimento já atingido, o valor alcançado por suas concepções teóricas, o caráter pragmático dos seus conhecimentos e a crescente importância que a sociedade lhe confere, fazem com que a Geomorfologia, inclusive, seja vista como ciência autônoma (MARQUES, 1995).

A teoria geomorfológica se edificou com nítida vinculação aos campos de interesse da geografia e da geologia (ABREU, 1982). Também para Marques (1995, p. 23): “as abordagens utilizadas na produção geomorfológica, quase sempre de modo claro, mostram seus vínculos com as perspectivas e propósitos inerentes à Geologia ou à Geografia”.

Ao tratar do significado e conceito do relevo sob uma perspectiva geográfica, Abreu (1982), em importante revisão bibliográfica, evidencia a pertinência da geomorfologia em relação à geografia, entre tantos outros nomes, nos trabalhos de Hartshorne (1939, 1955, 1958, 1959), Russel (1949), Bryan (1950), Taylor (1951), Leighly (1955), Grigoryev (1968), Bertrand (1968, 1970), Gerasimov (1969), Schmithüsen (1970), Kugler (1976b), Tricart (1977, 1979), etc. Para Casseti (2006 f), em suma, a Geomorfologia assume importância em contexto geográfico, sobretudo, quando aborda seu objeto de estudo considerando sua contribuição ao processo de ordenamento territorial.

De qualquer modo, enfatiza Marques (1995), independente das questões de autonomia e de origem, a Geomorfologia constitui campo de trabalho científico que, como

todos os demais, vai exigir daqueles que nele atuam preparação adequada para dominar seu conteúdo e utilizá-lo no amplo horizonte de suas aplicações.

A Geomorfologia analisa as formas de relevo focalizando estudos nas características morfológicas, nos materiais componentes, nos processos atuantes, nos fatores que controladores e nas dinâmicas evolutivas. Compreende estudos voltados para os aspectos morfológicos da topografia e da dinâmica responsável pelo funcionamento e pela esculturação das paisagens topográficas (CHRISTOFOLETTI, 1995).

O conhecimento geomorfológico, na concepção de Marques (1995), além de procurar reconhecer os tipos de relevo e os processos a eles relacionados, tem objetivado buscar respostas para questões que possam explicar como os processos se articulam entre si; como evoluem os conjuntos de relevo; qual o significado do relevo no contexto ambiental; como interferir ou controlar o funcionamento dos processos geomorfológicos; como conviver com os processos catastróficos; como projetar (no espaço e no tempo) o comportamento dos processos e as formas de relevo resultantes.

Ainda que numa grandeza espacial-regional a paisagem topográfica pareça imutável, entretanto, numa escala local ou pontual, pode apresentar modificações sensíveis no transcurso de décadas e de anos. Processos, tais como deslizamentos, voçorocas, carreamento de detritos das vertentes ou assoreamentos, são geralmente interpretados como indicadores de modificações ou, até mesmo, como desequilíbrios na paisagem (CHRISTOFOLETTI, 1995).

A Geomorfologia ganha relevância por auxiliar a compreender o modelado terrestre, elemento do ambiente e condicionante de atividades sociais. O reconhecimento da importância do estudo do relevo não é, portanto, fortuito. Os relevos constituem pisos sobre os quais se fixam as sociedades humanas e são desenvolvidas suas atividades e valores sociais. Em função de suas características e dos processos que sobre eles atuam, os tipos de relevo podem oferecer, para as sociedades, níveis de benefícios ou riscos dos mais variados. Suas maiores ou menores estabilidades decorrem de suas tendências evolutivas e das interferências que podem sofrer dos demais componentes ambientais, sobretudo, da ação social (MARQUES, 1995).

Em suma, percebe-se a importância dos estudos geomorfológicos em sua inter-relação com outros elementos do ambiente e em sua relevância para as atividades sociais. O reconhecimento da importância do relevo pode ser inferido pela atenção que é dada ao seu estudo, por exemplo, na elaboração de planos e projetos que necessitam, cada vez mais, explicitar os possíveis impactos ambientais que serão decorrentes de sua implementação sobre determinado ambiente (CHRISTOFOLETTI, 1995).

Em ambiente urbano, em virtude das características de uso e ocupação do solo, a topografia surge como um dos principais elementos a orientar o processo de ocupação. A preocupação com as características do sítio urbano deveria ser uma constante nos planejamentos sobre as cidades (CHRISTOFOLETTI, 1995).

Em se tratando de impactos ambientais, dadas características históricas da urbanização brasileira, estes são realidades marcantes dos centros urbanos. Também, mediante o avanço desta urbanização, novos impactos ambientais estão a ser gerados. Tais impactos geram transtornos sociais diversos: como perdas vultosas de recursos financeiros públicos na adoção de medidas mitigadoras em detrimento a outros investimentos de benefícios sociais; como perdas materiais civis significativas ou, mesmo; como perdas de vidas humanas. Nestes casos, a análise de impactos ambientais deveria ser pauta de reflexão cotidiana, inclusa nas políticas de planejamento urbano.

Como suporte a essas políticas de planejamento urbano, numa perspectiva de aplicabilidade do conhecimento geomorfológico, destacam-se os mapeamentos temáticos em geomorfologia. Recentemente, os trabalhos desta ordem têm contado com o suporte operacional dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs). A utilização deste ferramental traz a possibilidade de elaboração de um conjunto de cartas temáticas, em que o mapeamento geomorfológico se traduz numa carta fundamental, a fim de gerar diferentes cenários, quer sejam de fragilidades ou potencialidades ambientais (SILVA, 1995 b).

Desde a época em que se formaram as civilizações, a relevância do saber espacial aguça interesses. De acordo com Argento (1995), num primeiro momento, o interesse se centrava em conhecer onde, no espaço, localizavam-se os fenômenos, como estes se distribuía e por que ocorriam daquela forma. Recentemente, o interesse também se centra no futuro, ou seja, em saber como os fenômenos irão ocorrer e como antever soluções que possibilitem a manutenção dos estados de relativo equilíbrio ambiental.

As ciências vêm desenvolvendo estudo no sentido de aprofundar a diagnose dos fenômenos, para chegar a uma melhor base prognóstica ou de controle dos mesmos. Nesse sentido, o estudo geomorfológico não foge a regra e se ajustando a moderna tecnologia, acompanhando os avanços da informática, viabiliza-se através de interfaces com o sensoriamento remoto, com a cartografia computadorizada, com a utilização de SIGs, etc. (ARGENTO, 1995).

A existência de um plano de informações, representado pelo mapeamento geomorfológico, contribuirá, seguramente, na elucidação de problemas erosivos e deposicionais, assim como viabilizará, mediante combinações com outros mapeamentos

temáticos, a elaboração de cenários ambientais, como, por exemplo, áreas de instabilidade de taludes, de severa erodibilidade, de riscos de movimentos de massa ou inundação. Além disso, os mapas geomorfológicos podem fornecer subsídios à identificação de áreas mais adequadas à instalação de obras viárias, de aterros sanitários, etc. (ARGENTO, 1995).

Os usos do sensoriamento remoto e o emprego de SIGs, através dos mais variados *hardwares* e *softwares* existentes no mercado nacional e internacional, são apoios importantes na elaboração dos mapeamentos geomorfológicos. Com tais usos e emprego, vê-se ampliado, substancialmente, o poder pragmático da Geomorfologia (SILVA, 1995 b).

É importante, no entanto, ter entendimento de que as modernas tecnologias disponíveis para a elaboração de mapeamentos temáticos, por si só, não asseguram produtos eficientes, tendo em vista que elas servem de apoio, sobretudo, para melhorar a precisão dos mapas. Uma significativa base conceitual em Geomorfologia, uma adequada escolha de escalas cartográficas e, ainda, uma cuidadosa interpretação das formas de relevo e de seus respectivos processos geradores, são alicerces fundamentais na elaboração de um mapeamento geomorfológico de qualidade (ARGENTO, 1995), a fim de que possa ter consistente aplicabilidade na fundamentação de análises e de futuras intervenções ambientais.

1.2. A bacia hidrográfica do arroio Feijó/ RS: uma realidade que demanda estudos

A área da bacia hidrográfica do arroio Feijó está localizada entre as coordenadas planas (Universal Transversa de Mercator - UTM), faixa UTM 22 S, de coordenadas verticais 487.797 m E, 495.745 m E; e de coordenadas horizontais 6.670.734 m N, 6.682.448 m N. De forma contornada, a área se delimita ao norte pelo dique de proteção às inundações do rio Gravataí (METROPLAN, 2001), ao sul pelos divisores d'águas das bacias hidrográficas dos arroios Dilúvio e Fiúza, ao leste pelos divisores d'água do arroio Águas Belas e a oeste pelos divisores d'água das bacias hidrográficas dos arroios Passo das Pedras e Santo Agostinho.

A bacia hidrográfica do arroio Feijó cobre uma área de 53,50 Km², dos quais 12,25 Km² abrangem áreas urbanas do município de Porto Alegre, 15,80 km² abrangem áreas urbanas do município de Alvorada e 25,45 km² abrangem áreas urbanas do município de Viamão. Estes municípios pertencem à Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA), no Estado do Rio Grande do Sul- RS (Figuras 01 e 02).

Figura 01 – Localização da bacia hidrográfica do arroio Feijó na RMPA/ RS

Figura 02 – A bacia hidrográfica do arroio Feijó/RS em contexto urbano

Na bacia hidrográfica do arroio Feijó o processo de transformação nos usos e coberturas do solo esta intimamente ligado ao processo de estruturação da RMPA/ RS. O desenvolvimento e a consolidação da indústria no município de Porto Alegre sustentaram o aumento da participação do setor secundário e terciário na economia local, atraindo nova população e redefinindo a origem da renda da maior parte dessa população, que, outrora rural, a partir de então, passou a se realizar por bases eminentemente urbanas (RIGATI, 1983; MEUCCI, 1987; METROPLAN, 2001).

Esse processo de transformação da economia local é acompanhado de um crescente e intenso fluxo de imigração para as cidades e, com ele, um aumento progressivo na demanda por novas habitações na cidade de Porto Alegre e sua área mais próxima polarizada. Enquanto áreas próximas polarizadas, destacam-se as porções territoriais dos municípios de Alvorada e Viamão inseridas na bacia hidrográfica do arroio Feijó (RIGATI, 1983; MEUCCI, 1987; METROPLAN, 2001).

Pode-se afirmar que o acelerado processo de urbanização, convém destacar que associado à má distribuição de renda e há quase total inexistência de uma política de uso e ocupação do solo, induziu na bacia hidrográfica do arroio Feijó, uma expansão urbana extremamente precária, sobretudo do ponto de vista infra-estrutural e da ocupação de áreas impróprias (RIGATI, 1983; MEUCCI, 1987; METROPLAN, 2001).

A ocupação “desordenada” em áreas da bacia se configura por uma série de impactos ambientais urbanos, expressos excepcionalmente nas sucessivas inundações, que progressivamente mais abrangentes e recorrentes, do ponto de vista espaço-temporal, colocam periodicamente em situação de risco centenas de domicílios, muitos dos quais, cabe-se destacar, em condições legais de instalação.

As inundações periódicas trazem prejuízos os mais diversos, desde vultosas perdas materiais ao comprometimento da integridade física e moral dos cidadãos que vivenciam direta e ou indiretamente tais acontecimentos.

Amostras d’água coletadas ao longo do arroio Feijó, em seções de comuns transbordamentos, quando relacionadas a critérios legais, apresentaram indicadores negativos, sobretudo quando analisados os parâmetros de Demanda Bioquímica de Oxigênio e de Coliformes Fecais. O arroio Feijó, de acordo com os parâmetros da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) de 18 de junho de 1986, conforme estudo realizado por GUERRA *et. al.* (2000), insere-se na Classe 04, em faixa de qualidade ruim, de acordo com o Índice de Qualidade da Água (IQA), possuindo, desse modo, usos restritos, até mesmo, ao contato não direto.

Todavia, as periódicas inundações, que se agravam ao longo do tempo e do espaço, sujeitam, progressivamente, um maior número de habitantes ao contato direto com as águas fluviais do arroio Feijó e de seus principais afluentes. Essa situação, entre outras condições de riscos que reflete, compromete a qualidade da saúde pública na região.

Notícias veiculadas por informativos locais dão a dimensão dessa problemática. Citam-se e se comentam as manchetes de três jornais locais, todas referentes ao arroio Feijó: no Jornal Zero Hora - “Uma fonte de doenças: a falta de dragagem no riacho que banha três municípios provoca cheias e traz enfermidades aos moradores das vilas” (GRINGS, 08/07/1992, p. 03); Na reportagem intitulada “População pede solução para arroio”, evidencia-se que o arroio Feijó, citado como um “esgoto ao céu-aberto”, já no ano de 1982 recebia trabalhos de dragagens no seu leito, decorrentes do intenso assoreamento do mesmo (ZERO HORA, 30/07/1992, p. 43). As reportagens de manchetes “Arroio Feijó inunda Passo Dorneles” (A TRIBUNA, 30/10/2003, Reportagem de Capa) e “Prefeitura de Viamão decreta Estado de Emergência” (JORNAL OPINIÃO, 31/10/2003, Reportagem de Capa) trazem a informação de que, na ocasião, foram contabilizados pela Defesa Civil mais de 100 domicílios diretamente atingidos por inundações em Viamão, em áreas da bacia hidrográfica do arroio Feijó.

A Defesa Civil do município de Alvorada, representada pelo Corpo de Bombeiros, também disponibiliza dados alarmantes relacionados às inundações do arroio Feijó, nestes casos, em vertentes adjacentes ao baixo curso do arroio: em setembro de 2007, num só evento, registrou 450 domicílios diretamente atingidos pelas inundações e, decorrente destas, uma situação de óbito; num evento ocorrido em agosto de 2009, ainda que sejam contabilizados domicílios atingidos pelas inundações, além do arroio Feijó, também do arroio Águas Belas, a dimensão do impacto das inundações na cidade de Alvorada se revela mais assombrosa que a anterior, pois, consta registro, enquanto estimativa, que aproximadamente 2000 domicílios tenham sido atingidos diretamente por inundações na ocasião; no mês seguinte, setembro de 2009, nova inundação nas adjacências do baixo curso do arroio Feijó deixa “ilhados”, segundo registro do Corpo de Bombeiros, aproximadamente 450 domicílios. Nessas ocasiões de inundações, também ocorrências de deslizamentos são registrados pela Defesa Civil do município.

Em *sites* oficiais das administrações municipais também é possível se detectar informativos que na busca de resoluções imediatas remetem a situações de calamidade pública, decorrentes, sobretudo, das precárias condições infra-estruturais urbanas e das inundações na bacia hidrográfica do arroio Feijó. Citam-se os títulos dos informativos:

“Defesa Civil de Alvorada trabalha no combate às cheias” (PREFEITURA MUNICIPAL DE ALVORADA, 18/07/2007) e “Prefeitura anuncia: chegou à draga para limpeza do Arroio Feijó” (PREFEITURA MUNICIPAL DE ALVORADA, 03/07/2008).

Dada iminência ou gravidade das situações de riscos a bacia hidrográfica do arroio Feijó foi incorporada como unidade de estudos do Programa Integrado de Recuperação de Áreas Degradadas da RMPA no ano de 2001. O desenvolvimento do Programa se sustenta pelo apoio institucional e financeiro do Governo do Estado do RS, de prefeituras municipais e outros parceiros, como ONGs e Associações. O Programa objetiva recuperar ambientes urbanos reconhecidamente degradados e promover o desenvolvimento socioeconômico de comunidades, pelo viés do planejamento regional estratégico, participativo e integrado (METROPLAN, 2001).

Recentemente outras parcerias político-administrativas, voltadas a ações na bacia hidrográfica do arroio Feijó, apresentam-se firmadas. É o caso da administração pública de Viamão que, pelo Projeto de Aceleração do Crescimento (PAC), via Ministério das Cidades, firmou convênio com o Governo Federal no ano de 2008. O convênio, entre outras ações, envolve o reassentamento de 106 famílias em situações de risco, cujos domicílios ocupam áreas irregulares próximas às margens do arroio Feijó (PREFEITURA MUNICIPAL DE VIAMÃO, 19/02/2008). Em Alvorada se observa a reafirmação de contratos, entre o governo municipal e o estadual, que visam dragagens periódicas e a construção de dique às margens do arroio Feijó (SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS DO RS, 01/07/2008).

Essas informações poderiam atestar avanços do Programa Integrado de Áreas Degradadas da RMPA. Todavia, pela ausência de informações relativas ao mesmo ou de atividades integradas de planejamento entre as municipalidades de Alvorada, Porto Alegre, Viamão e o Governo Estadual do RS; e pela divulgação de novos convênios exclusivos, como o de Viamão com o Governo Federal e o de Alvorada com o Governo Estadual, receia-se e se deduz que há progressiva perda de importância do Programa Integrado de Recuperação de Áreas Degradadas da RMPA, no contexto da bacia hidrográfica do arroio Feijó.

A atual pesquisa anseia contribuir às políticas de planejamento dos órgãos governamentais e não governamentais preocupados com a melhoria da qualidade de vida na bacia hidrográfica do arroio Feijó. Os impactos ambientais, dados riscos que promovem à população da bacia hidrográfica, requerem análises, a fim de futuras intervenções e reordenações ambientais, que possibilitem melhorias imediatas, mas que também repercutam em longo prazo, que sejam, o quão possível, ambientalmente sustentadas. Propõe-se, assim, a

cartografia geomorfológica da área, enquanto instrumento balizador, de referência e síntese nas análises dos impactos ambientais urbanos na bacia hidrográfica do arroio Feijó.

Esse trabalho também se justifica na medida em que possibilita experimentar e ou avaliar a aplicabilidade das proposições teórico-metodológicas da União Geográfica Internacional para cartografia geomorfológica de detalhe em áreas urbanas que, neste trabalho, representadas pelas vertentes da bacia hidrográfica do arroio Feijó.

1.3. Objetivos e hipótese de pesquisa

Objetiva-se nesta pesquisa, de um modo geral, análises de impactos ambientais urbanos na bacia hidrográfica do arroio Feijó, utilizando-se do mapeamento geomorfológico de detalhe enquanto instrumento de referência, balizador e de síntese dessas análises.

Da intenção de um mapeamento geomorfológico de detalhe enquanto um método para análise de impactos ambientais urbanos na bacia hidrográfica do arroio Feijó demandam importantes questões, que se acredita requererem reflexões aprofundadas:

O que reconhecer no urbano enquanto impactos ambientais, a fim de análises? Quais os significados de impactos ambientais urbanos?

O que compreende um mapeamento geomorfológico de detalhe? As diretrizes para estruturação de mapeamentos geomorfológicos de detalhe, destacando-se os elementos de abordagem acordados pela Comissão de Pesquisa em Mapeamento Geomorfológico da União Geográfica Internacional (UGI), que datam do início década de 1960, respondem satisfatoriamente as demandas para análises de impactos ambientais urbanos? Ou, requerem as diretrizes propostas uma revisão, a fim de serem os mapeamentos geomorfológicos de detalhe melhores aproveitados nas análises de impactos ambientais urbanos?

Na intenção de análises dos impactos ambientais urbanos na bacia hidrográfica do arroio Feijó, apropriando-se do mapeamento geomorfológico enquanto instrumento de referência, balizador e de síntese, quais os elementos ou conteúdos de abordagens possíveis e necessários para a concretização de pertinentes análises? Pode o mapeamento geomorfológico de detalhe satisfatoriamente fundamentar análises de impactos ambientais urbanos na bacia hidrográfica do arroio Feijó?

Essas são algumas das questões motrizes que, no desenvolver de possíveis argumentações a cerca, elencam-se como norteadoras desta pesquisa.

A fim de respaldar as questões apresentadas, que desdobramentos do objetivo geral deste estudo, apresentam-se alguns objetivos específicos de pesquisa, dentre os quais:

- A construção de ensaios teóricos dos significados de meio ambiente (natureza), de ambiente urbano e de impactos ambientais no âmbito da ciência geográfica;
- A construção de reflexões teórico-metodológicas a cerca do mapeamento geomorfológico de detalhe, proposto pela Comissão de Pesquisa e Mapeamento Geomorfológico da UGI, e de sua aplicação na orientação das análises de impactos ambientais urbanos, nesta pesquisa, voltadas para a bacia hidrográfica do arroio Feijó, área de estudo;
- A estruturação taxonômica e cartográfica dos tipos de formas e de vertentes do relevo da área de estudo;
- O levantamento de dados hidrográficos, geológicos, pedológicos e climatológicos, enfatizando-se a pluviometria, que embasem análises morfogenéticas dos tipos de formas e de vertentes do relevo da área de estudo;
- O levantamento de dados sócio-históricos, sócio-econômicos e infra-estruturais que embasem análises do processo de ocupação urbana sobre os tipos de formas e de vertentes do relevo da área de estudo;
- A estruturação de um mapeamento geomorfológico de detalhe para a bacia hidrográfica do arroio Feijó;
- O reconhecimento de proeminentes impactos ambientais urbanos, possíveis de análise, através do mapeamento geomorfológico de detalhe da bacia hidrográfica do arroio Feijó.

Levanta-se a hipótese de que o mapeamento geomorfológico de detalhe, por seus possíveis elementos de abordagem, que lhe dão estrutura, pode servir como um importante instrumento de referência, balizador e de síntese, tal qual um método, na análise de proeminentes impactos ambientais urbanos na bacia hidrográfica do arroio Feijó.

1.4. Fundamentos teórico-metodológicos

São imposições teórico-metodológicas aos estudos ambientais a multidimensionalidade e a diversidade, assim como, posturas relacionais e relativas. A compreensão das singularidades dos processos locais envolve interpretações articuladas dos “micro e macroprocessos de mudanças”, diz-nos Coelho (2001) ao refletir sobre as orientações teórico-metodológicas do desenvolvimento da investigação sobre impactos ambientais em áreas urbanas.

O método requerido é um que possibilite ir do local ao global e vice-versa. A articulação do passado, presente e do futuro é outro grande desafio. O fenômeno estudado deve ser considerado como parte de uma construção permanente que se respalda na história geológica, dos ecossistemas contemporâneos e se projeta à frente no tempo. O método que possibilite interrogar os tempos da sociedade e das mudanças ambientais é de grande valia. “A imbricação de espaços e de tempos diferentes leva ao exercício da reinterpretação relacional das realidades complexas da produção do espaço, processo no qual as técnicas assumem papéis importantes e constantemente renovados” (COELHO, 2001, p.31).

Em proposta metodológica para estudos geográficos com ênfase na cartografia geomorfológica, destacando a importância das análises de diferentes níveis escalares e temporais, Fujimoto (2008a) reconhece em Ab’Saber (1969) base teórico-metodológica de estudos. Também esta pesquisa. Para Abreu (1982), tanto do ponto de vista espacial como temporal, além de valorizar a perspectiva geográfica, a proposta de Ab’Saber (1969) revela uma flexibilidade que permite ajustes à essência dos fatos estudados:

“Em sua proposta, que o autor declara tratar-se de uma simbiose conceitual, através da qual são reunidos os principais objetivos e enfoques que caracterizam a Geomorfologia contemporânea, o ordenamento escalar dos fatos estudados, dispostos em três níveis de abordagem, revela uma flexibilidade que permite um ajustamento mais satisfatório em relação à essência dos fatos estudados, tanto do ponto de vista espacial, como temporal” (ABREU, 1982 p. 66).

A proposta metodológica de Ab’Saber (1969), que aprofundada por Cassetti (2006 b,c,d), enuncia objetivamente três níveis de tratamento de pesquisas a partir do relevo, os quais se integram e ou se interagem, são eles: a compartimentação da topografia regional, o levantamento da estrutura superficial e o estudo da fisiologia da paisagem.

A compartimentação topográfica envolve a identificação e distinção de domínios morfológicos, individualizados por características específicas, como tipos de formas do relevo ou domínios altimétricos. E mais, a apreensão da compartimentação topográfica requer a compreensão de processos evolutivos, da ação diferencial dos processos de gêneses das formas (morfogêneses), com as mudanças climáticas no tempo geológico, valorizando os mecanismos tectogenéticos e, assim, as propriedades das rochas (CASSETI, 2006b).

O levantamento da estrutura superficial, reconhecida também por depósitos correlativos, envolve o estudo dos detritos superficiais associados a processos morfogenéticos determinados por condições climáticas específicas. O levantamento da estrutura superficial tem por princípio oferecer subsídios à reconstrução evolutiva do modelado (CASSETI, 2006c).

O termo estrutura superficial refere-se à forma de jazimento dos depósitos correlativos em superfície, diferindo do conceito de estrutura geológica, cujos depósitos originários foram litificados ao longo do tempo, perturbados ou não por atividades tectônicas. A expressão de “depósitos ou formações correlativas” é devida a Penck (1924), que a utilizou no sentido de conjunto dos depósitos e entulhamentos resultantes do trabalho da erosão sobre um relevo e que testemunham, por suas características, a energia desse relevo, além dos sistemas de erosão que comandam a evolução (ARCHAMBAULT *et. al.*, 1967; citado em CASSETI, 2006 c, p. 02).

No estudo da estrutura superficial, ao se reconhecerem processos morfogenéticos pretéritos e propriedades físico-químicas dos depósitos de cobertura, pode-se melhor compreender vulnerabilidades e ou graus de fragilidades de um determinado sítio (CASSETI, 2006c).

Por fim, o estudo da fisiologia da paisagem “cuida de entender os processos morfoclimáticos e pedogênicos atuais” (AB’SABER, 1969, p. 02). O conceito de fisiologia da paisagem proposto foi adaptado de Siegfried Passarge (1912) e se refere, conforme Casseti (2006d, p. 01), “ao estudo da situação do relevo atual, fruto das relações morfodinâmicas resultantes da consonância entre os fatores intrínsecos, ou seja, inerentes ao próprio relevo, e os fatores extrínsecos, dando ênfase ao uso e ocupação do modelado enquanto interface das forças antagônicas.”

Dessa forma, o estudo da fisiologia da paisagem, valoriza a apropriação antrópica e ou social do relevo, abrangendo análises das transformações sobre ele produzidas e as conseqüentes intervenções nas dinâmicas das formas (morfodinâmicas). Por morfodinâmicas se consideram as transformações processuais evidenciadas no relevo, vinculadas a intensidade e frequência dos mecanismos morfogenéticos, associados, na maioria das vezes, às derivações antropogênicas. As morfodinâmicas reportam aos processos geomorfológicos de perspectivas históricas. Salienta-nos Casseti (2006d, p. 02) que: “(...) processos morfodinâmicos não deixam de ser também morfogenéticos, visto que englobam transformações associadas ao processo de dissecação na elaboração do modelado, embora tratados como excepcionalidade em função da intervenção antropogênica.”

A apropriação do relevo pelo homem, socialmente argüindo, pode induzir a redução, intensificação e ou transformação dos processos morfodinâmicos num curto intervalo de tempo. Assim, o terceiro nível de tratamento do relevo, o estudo da fisiologia da paisagem proposto por Ab’ Saber (1969), centra-se na evolução histórica do relevo. O que não significa afirmar que desconsidere os processos envolvidos na evolução do relevo vinculados ao tempo geológico, valorizados na compartimentação da topografia regional e ou no levantamento da estrutura superficial da paisagem (CASSETI, 2006d).

No estudo desses níveis de pesquisa do relevo, do primeiro em relação ao terceiro, as análises dos processos geomorfológicos evoluem de uma escala de tempo geológica para uma escala de tempo histórica, incorporando gradativamente novas variáveis analíticas, como as relacionadas às derivações antropogênicas. Desse modo, a geomorfologia, ao inserir a sociedade na análise dos seus processos, assume nítida relevância enquanto “temática” de interesse geográfico (CASSETI, 2006a).

Conforme Casseti (2006a) e Fujimoto (2008a), em âmbito conceitual, a proposta de Ab’Saber (1969) apresenta a necessidade da adoção de conceitos abrangentes das formas de relevo. Fundamenta-se, a proposta, pela interação dos processos endógenos e exógenos. Para Ross (1992), do mesmo modo, a fundamentação teórico-metodológica que se propõe para trabalhar a pesquisa geomorfológica tem suas raízes na concepção das forças motoras, antagônicas e complementares, dos processos endógenos e exógenos. Portanto, tem suas raízes na concepção de Penck (1953). Este definiu as forças geradoras e ou transformadoras do relevo terrestre. Penck (1953) afirma que as atuais formas do relevo terrestre são resultantes da ação das forças emanadas do interior da crosta terrestre de um lado e das forças impulsionadas, sobretudo, através da atmosfera pela ação climática, atual e pretérita, de outro.

Possuindo como princípio teórico os processos endógenos e exógenos, geradores e ou transformadores das formas grandes, médias e pequenas do relevo terrestre, Guerasimov (1946) e Mecerjakov (1968) desenvolveram os conceitos de morfoestrutura e morfoescultura. Consideram que todo relevo terrestre pertence a uma determinada estrutura, que o sustenta, e apresenta um aspecto escultural, que é decorrente da ação do tipo climático atual e pretérito, que atuou e atua nessa estrutura. “(...) a morfoestrutura e morfoescultura definem situações estáticas, produtos da ação dinâmica dos processos endógenos e exógenos” (ROSS, 1992, p. 19).

Dessa forma, baseando-se em interpretação genética, têm-se dois níveis de entendimento do relevo: a morfoestrutura, que define um determinado padrão de formas grandes do relevo; e, definidas por um táxon menor, as unidades morfoesculturais, geradas e transformadas pela ação climática ao decorrer do tempo geológico, no âmbito da morfoestrutura (ROSS, 1992).

Avançando no raciocínio dos níveis ou táxons do relevo terrestre, numa releitura das taxonomias de relevo apresentadas por Demek (1967), Ross (1992) propõe outros quatro táxons: “[...] a classificação é calcada fundamentalmente no aspecto fisionômico que cada tamanho de forma de relevo apresenta, não interessando a rigidez da extensão em km², mas

sim o significado morfogenético e as influências estruturais e esculturais no modelado” (ROSS, 1992, p. 23). Os demais táxons são:

Terceiro táxon - as Unidades dos padrões de formas semelhantes do relevo ou Padrões de tipos de relevo, os quais, conjuntos de formas do relevo, que apresentam distinções de aparência entre si em função da rugosidade topográfica (índice de dissecação do relevo), bem como no formato dos topos, vertentes e vales de cada padrão existente. Podem-se ter várias Unidades de padrões de formas semelhantes em cada Unidade morfoescultural (ROSS, 1992);

Quarto táxon - as forma de relevo, que tanto podem ser de agradação, tais como planícies fluviais, terraços fluviais, planícies lacustres, etc., ou de denudação, resultantes do desgaste erosivo, tais como morros, cristas, colinas, formas com topos planos, aguçados, convexos, etc. A título de exemplificação e relação, pode-se dizer que um conjunto de formas de relevo do 4º táxon, semelhantes entre si na morfologia, morfometria e morfogênese, constitui uma Unidade de padrão de formas semelhantes do relevo - 3º táxon (ROSS, 1992);

Quinto táxon – as vertentes ou setores das vertentes contidas em cada uma das formas individualizadas do relevo. Tomando-se a forma de uma colina como referência, as diversas superfícies que a caracterizam podem apresentar gêneses e geometrias (convexas, retilíneas, côncavas, abruptas...), que induzam morfodinâmicas variadas. O topo ou a parte superior da colina pode, por exemplo, evidenciar vertentes retilíneas e a sua base vertentes côncavas. Os processos de erosão e ou deposição atuais se manifestam no âmbito das vertentes e, portanto, a partir deste táxon se pode melhor compreender e atuar sobre processos morfogenéticos e morfodinâmicos. “(...) a vertente é o resultado da morfogênese ou morfodinâmica viva, presente, atual” (ROSS, 1992, p. 21);

Sexto táxon – as formas atuais, formas menores produzidas por processos erosivos ou depósitos recentes, como ravinas, voçorocas, cicatrizes de deslizamentos, terracetes, formas antrópicas – depósitos tecnogênicos, cortes, aterros, etc. (ROSS, 1992).

Com os táxons ou categorias de formas de relevo definidos, pode-se com maior facilidade operacionalizar uma pesquisa geomorfológica tendo como apoio a cartografia das formas do relevo de diferentes tamanhos (ROSS, 1992). A Figura 03 evidencia graficamente a proposta taxonômica de Ross (1992).

Figura 03 – Diagrama esquemático sobre a taxonomia do relevo

Fonte: Ross (1992, p. 22)

A cartografia geomorfológica é um importante instrumento na análise do relevo. Conforme Abreu (1982) se destacam as contribuições desenvolvidas na então União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS), Checoslováquia, Polônia e Alemanha, respectivamente, por Basenina & Trescov, 1972; Demek, 1976; Klimaszewski, 1983 e Kugler, 1976. Este último autor, ao desenvolver pesquisa e mapeamento geomorfológico na República Democrática Alemã, buscou conceituar de forma integrada, por interfaces dinâmicas, o relevo e o território.

Para Cassetti (2006 a), com os progressivos amadurecimentos nos estudos da paisagem, originados e desenvolvidos, sobretudo, a partir da sistematização da geomorfologia alemã, articula-se o estudo da natureza ao da sociedade. “*Wenn man das wirken der menschen*

verstehen will, darf man die gesellschaft nicht losgelöst von ihrer Umwelt betrachten (se queremos compreender a ação do homem, não devemos separar a sociedade do meio ambiente que a rodeia)”, disse o alemão Schmithüsen (1970), citado e traduzido em Abreu (1982, p.46).

A década de 1970 pode ser tomada como o marco inicial de uma discussão mais abrangente das questões ambientais na geomorfologia. É nesse momento que surge a designação Geomorfologia Ambiental, usada no Simpósio de Bringhamton (1970), que objetiva incluir o social ao contexto dos estudos geomorfológicos. Todavia, os resultados mais significativos deste objetivo aparecem no final da década de 1980 (ACHKAR & DOMINGUEZ, 1994, citados em CASSETI, 2006a).

As sociedades humanas não devem ser tratadas como elementos estranhos ao ambiente onde vivem, ao contrário, devem ser reconhecidas como agentes ativos, fundamentos das dinâmicas complexas, dos processos, como elementos do ambiente (ROSS, 2007). Neste contexto, Casseti (2006a) legitima o resgate do conceito de natureza, sobre o qual se aprofundará discussão em capítulo a parte.

Pesquisas mais recentes, internacionais e nacionais, que relacionam o social nos estudos geomorfológicos, como Vertappen (1983), Douglas (1983), Toy e Hadley (1987), Lima (1990), Rodrigues (1997, 2005), Salomão (1994), Tominaga (2000, 2007) e Fujimoto (2001, 2008b), para destacar alguns, evidenciam que, através do instrumental teórico e metodológico da Geomorfologia, pode-se bem embasar análises ambientais. Para tanto, incluem nas análises, além de abordagens aos processos físicos, químicos e ou biológicos, abordagens históricas, sócio-econômicas, da evolução dos usos da terra sobre as formas de relevo, etc. As articulações de tais conhecimentos melhor embasam as análises dos processos geomorfológicos, assim como, melhor embasam análises ambientais (ROSS, 2006; FUJIMOTO, 2001, 2008), entre elas, pressupõe-se, o estudo de impactos ambientais. Também para Guerra (1994) a Geomorfologia no âmbito ambiental tem como objetivo, mediante o estudo do relevo, integrar questões sociais às ecológicas. Deve incorporar em suas análises as relações político-econômicas, importantes variáveis na determinação dos processos de mudanças ambientais. Tais autores também reconhecem que a geomorfologia, ao tratar de questões ambientais, requer interdisciplinaridades.

Christofoletti (1995) destaca duas perspectivas que se complementam quando se trata de verificar a aplicabilidade do conhecimento geomorfológico ao planejamento do ambiente urbano. A primeira embasada em estudos específicos das características morfológicas e dos processos morfogenéticos, os quais, acredita, enquadram-se na perspectiva de analisar os

componentes do sistema ambiental físico. Essa fase deve se caracterizar por levantamentos analíticos setoriais e integrados que fundamentem um diagnóstico. A potencialidade aplicativa do conhecimento geomorfológico requer e se refere, num primeiro momento, portanto, a um diagnóstico das condições ambientais físicas.

A segunda perspectiva consiste em analisar a vulnerabilidade das áreas urbanizadas, frente ao que Christofolletti (1995) intitula de “azares naturais” (enchentes, secas, deslizamentos, etc.). Os “azares”, relacionados com os fenômenos geomorfológicos, ganham compreensão sobre sua magnitude e frequência quando integrados aos *inputs* energéticos fornecidos por outras categorias de fenômenos e estão intimamente relacionados com as condições sócio-econômicas das populações (CHRISTOFOLETTI, 1995).

Todavia, as áreas urbanizadas não são apenas receptoras ou vítimas dos “azares naturais”. Há também de se avaliar os impactos ocasionados pela urbanização, considerando as transformações provocadas no ambiente, diretamente, pela construção de áreas urbanizadas, e indiretamente, pela sua ação de influências e relações (CHRISTOFOLETTI, 1995). A potencialidade aplicativa do conhecimento geomorfológico se refere num segundo momento, portanto, a uma análise de integração e ou de interação da sociedade com o entorno.

As abordagens geomorfológicas nos estudos ambientais têm a preocupação de dar suporte ao entendimento dos ambientes onde às sociedades humanas se estruturam, organizam-se e extraem seus recursos. As formas do relevo, de diferentes tamanhos, têm explicação genética, são inter-relacionadas, interdependentes às demais componentes do ambiente e são dinâmicas (ROSS, 2007).

Apresentam-se estas referências bibliográficas, destacando-se Ab’Saber (1969), Ross (1992) e Fujimoto (2001), enquanto fundamentos teórico-metodológicos norteadores da pesquisa intencionada, focada na cartografia geomorfológica em interface à análise de impactos ambientais urbanos.

1.5. Procedimentos metodológicos operacionais da pesquisa

Para a concretização dos objetivos almejados, do ponto de vista metodológico operacional, fez-se necessário a aquisição de materiais básicos e o desenvolvimento de atividades alternadas entre o gabinete e o campo.

1.5.1. Principais materiais, disponíveis a baixos custos e, quase na totalidade, gratuitamente junto a órgãos públicos de fomento à pesquisa, que compreenderam:

- ✓ Folha SH. 22 - Porto Alegre do levantamento de recursos naturais realizado pelo IBGE (1986) – Projeto RADAM Brasil;
- ✓ Cartas temáticas pedológicas, geomorfológicas e de suscetibilidade a erosão, em escala de 1:50.000, que contemplam área da bacia hidrográfica do arroio Feijó, elaboradas pela Companhia de Recursos Minerais (CPRM) e Fundação de Planejamento Metropolitano e Regional (METROPLAN) para bacia hidrográfica do rio Gravataí e publicadas em 1994;
- ✓ Cartas topográficas em escala de 1:50.000 (do ano de 1973) e fotografias aéreas em escalas de 1:40.000 (1971 e 1990) do Serviço Geográfico do Exército (S.G.E.); cartas topográficas em escala de 1:10.000 (1972) e fotografias aéreas em escalas de 1:8.000 (1973) do Grupo Executivo da Região Metropolitana (GERM) e fotografias aéreas em escalas de 1:8.000 (1991) da METROPLAN; que contemplam a área da bacia hidrográfica do arroio Feijó;
- ✓ Estereoscópio;
- ✓ Imagem do satélite de sensoriamento remoto CBERS-2 (HRC) do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), resolução espacial de 2,7 metros, do ano de 2008, que contempla a área da bacia hidrográfica do arroio Feijó;
- ✓ *Softwares* para elaboração de Sistema de Informações Geográficas (SIG), para sensoriamento remoto e geoprocessamento;
- ✓ GPS (Sistema de Posicionamento Global);
- ✓ Arquivos com informações dos setores censitários do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), inseridos na área da bacia hidrográfica do arroio Feijó, referentes ao censo de 2000;

1.5.2. Atividades alternadas entre o gabinete e o campo, que compreenderam:

- ✓ Levantamentos bibliográficos, que embasam discussões teórico-metodológicas, sobre os significados de impactos ambientais urbanos no âmbito da ciência geográfica;
- ✓ Levantamentos bibliográficos, que embasam discussões teórico-metodológicas, sobre trabalhos de mapeamentos geomorfológicos, sobretudo os de detalhe e focados em áreas urbanas, aplicados à análise de impactos ambientais;
- ✓ Levantamentos bibliográficos, que embasam discussões referentes à caracterização ambiental física da área da bacia hidrográfica do arroio Feijó e entorno, destacando-se aspectos e processos geológicos, geomorfológicos, pedológicos, pluviométricos e hidrológicos;

- ✓ Levantamentos bibliográficos e análises de dados do IBGE, que embasam discussões referentes à caracterização sócio-espacial, destacando-se o processo sócio-histórico e as condições infra-estruturais de ocupação na área da bacia hidrográfica do arroio Feijó e entorno;
- ✓ A partir de fotointerpretação, da construção de SIG e geoprocessamento, a elaboração de documentos cartográficos, de base e temáticos, destacando-se os mapas hidrográfico, de elementos topográficos, hipsométrico, clinográfico, de padrões de formas semelhantes do relevo, de compartimentos de relevo e geomorfológico da bacia hidrográfica do arroio Feijó/ RS;
- ✓ Verificações de campo, a fim de se confirmar e ou corrigir informações do mapeamento geomorfológico da bacia hidrográfica do arroio Feijó/ RS;
- ✓ Localizar e fotografar feições do relevo, sobretudo formas de processos atuais indicadoras de morfodinâmicas do relevo;
- ✓ Análises visuais e táteis de materiais pedogenéticos e ou de coberturas superficiais em diferentes padrões e setores de vertentes de relevo, a fim de se identificarem morfogêneses e ou morfodinâmicas do relevo;
- ✓ Realizações de entrevistas com moradores e ou profissionais/ funcionários de Organizações não Governamentais (ONGs), de entidades municipais (da Defesa Civil e de Secretarias vinculadas as Prefeituras) e estaduais (da Fundação Estadual Metropolitana de Planejamento) que desenvolvem projetos na área de estudo, a fim de se obter informações sobre morfogêneses e ou morfodinâmicas do relevo;
- ✓ Identificação e análise, a partir do processo de ocupação antrópica e de suas características, de morfodinâmicas nos padrões de formas semelhantes do relevo de morfogêneses distintas;
- ✓ Identificação e análise dos principais impactos ambientais resultantes das morfodinâmicas nos padrões de formas semelhantes do relevo de morfogêneses distintas;
- ✓ Elaboração do mapeamento geomorfológico da bacia hidrográfica do arroio Feijó, utilizando-o como instrumento balizador, de referência e de síntese na análise de impactos ambientais urbanos.

Em suma, conforme elencado, destacam-se neste trabalho, enquanto modo operacional, as atividades de levantamentos bibliográficos, de elaboração de documentos cartográficos, de trabalhos de campo e, embasadas nestas atividades, as análises.

1.5.2.1. Os levantamentos bibliográficos

As revisões bibliográficas dão sustentação teórica e metodológica ao trabalho, balizando a pesquisa, na medida em que são revisados importantes conceitos. Também intencionam, pela tomada de conhecimentos dirigidos para área espacial específica, a bacia hidrográfica do arroio Feijó, revelar gêneses e dinâmicas do ambiente em questão. Abordam-se, sequencialmente, os levantamentos bibliográficos concretizados:

A construção de significados para impactos ambientais urbanos

A intenção de abordagem desta temática suscita a necessidade de reflexões, eminentemente, relativas aos significados dos termos que estruturam a própria; ou seja, reflexões a cerca dos significados de ambiente, de urbano e de impactos.

Estrutura-se este tópico através de revisões bibliográficas de contemporâneos pesquisadores da Geografia, dentre os quais se destacam: Carlos (2007); Coelho (2001); Corrêa (2005); Fujimoto (2001); Gonçalves (1989, 1995); Mendonça (1992, 2001, 2005); Morin (2007); Ross (1994, 1996, 2006, 2007) e Suertegaray (2000, 2008).

O ambiente é o conceito que se apresenta balizador deste tópico, que, dadas fontes bibliográficas, têm notório enfoque geográfico. Inicialmente, pois, argumenta-se a partir da questão: qual o significado de ambiente na Geografia? Aborda-se essa questão pela (des) construção do pensar ambiente, pela edificação de novo paradigma ambiental e pelo que se tem dito, atualmente em voga, como ambiente na Geografia, por fim, ensaiam-se concepções possíveis de ambiente.

À noção de ambiente se associa à de urbano. Não se têm nessa associação a intenção de exclusão de significados, com um conceito se sobrepondo ao outro com maior veemência, ao ponto de redimensionar, para menos, os significados de que ambos os termos gozam quando dissociados. Têm-se a intenção, com tal associação, de se agregar significados, para, então, pensar-se impactos ambientais urbanos. Na edificação da fundamentação teórica, outros conceitos se apresentam, enquanto conceitos-chave, e também a necessidade de se os questionar, relacioná-los e de se os relativizar. Neste tópico de abordagem não se intencionam definições, mas sim dar significados e importância a impactos ambientais urbanos.

A construção de significados para mapeamento geomorfológico de detalhe

Estrutura-se este tópico através de revisões bibliográficas de abordagens sobre os esforços históricos de padronização internacional da cartografia geomorfológica de detalhe; sobre os princípios de preparação dos mapas geomorfológicos de detalhe acordados pela União Geográfica Internacional (UGI); sobre o que unânime e o que ainda perdura controverso em relação à cartografia geomorfológica de detalhe e, por fim, revisões

bibliográficas de abordagens que, direta e ou indiretamente, indicam as tendências no fazer e no representar geomorfológicos, especialmente em âmbitos nacional e urbano.

O reconhecimento geológico da área de estudo

Este tópico de abordagem fundamentalmente, além das contribuições das atividades de campo descritas em subitem à parte, estrutura-se a partir de revisões dos trabalhos de Arienti (1986); Menegat (1998); Oliveira (2001); Philipp (1998, 2008); Schneider (1974) e Villwock & Tomazelli (1995a, b).

Enfatiza-se, neste tópico, o reconhecimento de dados relacionados à tectônica regional, abordagens macro-geológicas, enfocando-se a constituição das unidades litológicas, suas zonas de fraqueza e resistência, assim como, o reconhecimento de dados petrográficos, relativos ao estudo macro e microscópio das rochas e seus minerais, definindo-se suas texturas e estruturas predominantes; no contexto da bacia hidrográfica do arroio Feijó.

As impressões da tectônica regional, tais como, a ocorrência de falhas, diques, lineamentos, etc., são indicadoras de fragilidades e ou de resistências aos processos de esculturação do modelado. As orientações de falhas, diques, lineamentos, elementos geológicos estruturais, comumente determinam a distribuição da rede de drenagem. Assim como as estruturas, as texturas litológicas são igualmente importantes elementos na sustentação de análises morfogenéticas, pois, atreladas a outras variáveis, indicadoras de maiores ou de menores suscetibilidades das unidades rochosas aos processos intempéricos e, por conseguinte, aos processos de eluviação e ou de mobilização de material.

O reconhecimento pedológico da área de estudo

Este tópico de abordagem fundamentalmente, além das contribuições das atividades de campo, estrutura-se a partir de revisões dos trabalhos do IBGE (2007), de Jungblut (1994), Lemos (1984, 1996), Santos (2006), Schneider (2008) e Streck (2008).

Enfatizam-se, neste tópico, o reconhecimento das unidades de mapeamento e das suas respectivas unidades taxonômicas de solos, enfocando-se descrições morfológicas e de ocorrências dessas unidades no contexto da bacia do Feijó.

As características morfopedológicas, referentes à cor, à textura, à macroestrutura, à porosidade, à cerosidade, à consistência e à transição dos horizontes dos perfis de solos, as classes de profundidade dos solos e características relativas às suas fertilidades químicas são importantes fontes de dados em avaliações morfogenéticas e morfodinâmicas do relevo, sobretudo por possibilitarem especulações sobre o comportamento hídrico, deposicional e ou erosivo nas vertentes.

O reconhecimento de dados climatológicos, enfatizando-se os pluviométricos, na área de estudo

A análise geomorfológica de uma determinada região requer conhecimento das condições de seu clima, pois este é um dos condicionantes básicos dos processos morfológicos, morfogenéticos (AB'SABER, 1969) e, mesmo, morfodinâmicos do relevo (FUJIMOTO, 2001).

Assim sendo, a fim de embasarem morfogêneses mais recentes e morfodinâmicas do relevo, apresentam-se alguns dados de “Normais Climatológicas” da área de estudos, assim como, eventos meteorológicos que destoantes neste contexto, mais especificamente, eventos pluviométricos.

As "Normais Climatológicas" são obtidas através do cálculo das médias de parâmetros meteorológicos, obedecendo a critérios recomendados pela Organização Meteorológica Mundial (OMM). Essas médias se referem a períodos padronizados de 30 (trinta) anos (INMET, 2010). Para a bacia do Feijó se apresentam alguns dados de “Normais Climatológicas” do período 1961 a 1990.

Dada relativa proximidade da estação meteorológica do 8º Distrito de Meteorologia (8º INMET), Estação de Porto Alegre (83.967), da bacia hidrográfica do arroio Feijó; tomam-se como referência os dados meteorológicos captados nessa estação e que sistematizados, enquanto “Normais Climatológicas”, por Livi (1998) e INMET (2010).

A Estação Porto Alegre se localiza a 30°01'00" S e 51°13'00" W (479.105 m E; 6.679.300 m N); há, pois, uma pequena diferença longitudinal entre a estação meteorológica e os limites da bacia hidrográfica que, apesar de, acredita-se pouco significativa na inferência dos dados.

Os dados pluviométricos que destoantes dos das “Normais Climatológicas” são apresentados a partir dos estudos de Fujimoto (2001), que analisou dados da Estação de Porto Alegre entre os anos de 1970-99, a fim de sazonalizar os eventos pluviométricos de acordo com suas intensidades.

Por fim, apresentam-se dados pluviométricos registrados por órgãos (entidades) públicas municipais de Viamão e de Alvorada, mais recentes e correlacionáveis a eventos atmosféricos intempestivos, de significativos impactos ambientais, alguns destes, resultantes na emissão de Decretos de Emergência municipais.

O reconhecimento do processo de ocupação antrópica e de suas características sociais

Este tópico de abordagem fundamentalmente se estrutura, além das atividades de campo, a partir de revisões bibliográficas dos trabalhos de Rigatti (1983; 1991; 2006); Meucci (1987); Fujimoto (2001) e da organização de dados de setores censitários do IBGE para áreas da bacia do Feijó, dos censos de 1991 e 2000, os quais previamente sistematizados por METROPLAN (2001) e Rehbein (2005).

Amparando-se nas referências citadas, foca-se na especialização funcional das áreas da bacia do Feijó no contexto da RMPA/ RS, destacando-se informações quanti-qualitativas do processo de ocupação urbana na bacia. Apresentam-se dados da população residente, da distribuição da mesma por faixas etárias, do número de domicílios, do nível de instrução dos chefes de domicílios, da distribuição dos chefes de domicílio por faixas de rendimentos salariais e dados da produção e destino dos resíduos sólidos domiciliares na bacia do Feijó/ RS.

Em relação às características socioeconômicas da população residente na bacia do Feijó, reconhece-se a defasagem temporal dos dados, pois de 1991, todavia, a despeito dessa defasagem temporal, bem indicam algumas importantes características socioeconômicas dos habitantes, pois referentes exclusivamente a população da bacia.

O levantamento de registros históricos indicadores de morfodinâmicas do relevo da bacia do Feijó

Este tópico se constitui, fundamentalmente, na identificação e sistematização de registros fotográficos de formas de processos atuais, de indicadores de morfodinâmicas do relevo em áreas da bacia do Feijó.

1.5.2.2. A elaboração de documentos cartográficos

Os documentos cartográficos, além de localizar, também intencionam revelar. Além de trazerem informações das temáticas que representam graficamente, quando relacionados uns aos outros, assim como, a outros conhecimentos, possíveis pelos levantamentos bibliográficos, servem de subsídio e ou fornecem elementos ao pesquisador na formulação de cenários ambientais.

Os mapas de elementos topográficos e hidrográfico foram gerados a partir de fotointerpretações (aerofotos na escala de 1:8.000, dos anos de 1973 e 1991) para complementação de dados de drenagem; pela digitalização de dados derivados das fotointerpretações e pela digitalização de dados básicos de cartas topográficas (na escala de 1:10.000 do ano de 1972), como curvas de nível, em equidistâncias de cinco metros, pontos

cotados e corpos d'água. Enquanto referência para cartografia de seções fluviais retificadas, além das verificações de campo, utilizou-se do trabalho de METROPLAM (2001).

Os mapas de declividades e hipsométrico, que respectivamente indicam as inclinações e altitudes da superfície, foram processados digitalmente, a partir de triangulação, interpolação, geração de Modelo Numérico de Terreno (MNT) e reclassificações.

Os mapas de padrões de formas semelhantes e de compartimentos de relevo foram obtidos a partir de fotointerpretações (1:40.000 e 1:10.000), assim como, por interpretações decorrentes dos mapas de elementos topográficos, de declividades, hipsométrico, geológico e verificações em campo.

No **mapeamento geomorfológico da bacia hidrográfica do arroio Feijó** se utilizou da proposta taxonômica de Ross (1992). O mapeamento geomorfológico visa contemplar graficamente o 3º Táxon (padrões de formas semelhantes do relevo) e o 4º Táxon (formas individualizadas do relevo). O 5º Táxon (vertentes ou setores de vertentes pertencentes a cada uma das formas individualizadas do relevo), o 6º Táxon (formas de processos atuais) e demais taxonomias são indicadas no corpo da legenda.

Na cartografia geomorfológica, seguem-se as orientações de Ross, 1992 (p. 25, 26):

A cartografia geomorfológica deve mapear concretamente o que se vê e não o que se deduz da análise geomorfológica, portanto em primeiro plano os mapas geomorfológicos devem representar os diferentes tamanhos de formas de relevo, dentro da escala compatível. Em primeiro plano deve-se representar as formas de diferentes tamanhos e em planos secundários, a representação da morfometria, morfogênese e morfocronologia, que têm vínculo direto com a tipologia das formas. Deve-se aplicar para a cartografia geomorfológica os mesmos princípios adotados para a cartografia de solos e de geologia, onde representa-se o que estes temas têm de concreto, ou seja os tipos de solos e as formações rochosas, para a seguir dar outras informações relativas à idade, à gênese e às demais características de um modo descritivo no corpo da legenda.

1.5.2.3. As atividades de campo

Os trabalhos de campo, a partir das informações laboratoriais; intencionaram verificações ou “verdades terrestres”.

Os trabalhos de campo também compreendem entrevistas com integrantes da comunidade e ou com técnicos de organização não governamental e governamentais, de âmbitos municipais e estadual, que, de algum modo, experienciados na área de estudos. Aplicaram-se questionários “não fechados”, ou seja, embora previamente estruturados, construídos pelo diálogo.

Os trabalhos de campo também intencionaram observações e registros *in loco* de elementos de dinâmicas ambientais, nestes casos, foram realizados especialmente durante e ou após eventos pluviométricos sobre áreas da bacia do Feijó. Os trabalhos de campo, orientados por atividades de gabinete, possibilitaram (re) conhecimentos da área de estudos.

1.5.2.4. As análises

Por fim, embasadas e paralelas as atividades de levantamentos bibliográficos, de elaboração de documentos cartográficos e de atividades de campo, realizaram-se as análises. A análise, segundo Houaiss, Villar & Franco (2001, p. 202) é: “(...) o estudo pormerizado de cada parte de um todo, para se conhecer melhor sua natureza, suas funções, relações, causas, etc.; exame, processo ou método com que se descreve, caracteriza e compreende algo, para propiciar uma avaliação crítica do mesmo.” Ao se referir à análise ambiental, contexto em que a análise é aplicada neste trabalho, Rehbein e Fujimoto (2007, p. 229) enunciam: “(...) a análise ambiental não é um fim, mas um meio, um estudo da dinâmica processual de variáveis físicas e sociais, de forma relacional, relativa e múltipla.”

II – ENSAIOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS: O (RE) CONHECIMENTO DE SIGNIFICADOS DE IMPACTOS AMBIENTAIS URBANOS E DE MAPEAMENTO GEMORFOLÓGICO DE DETALHE

2.1. Ambiente; Urbano; Impacto - Impacto ambiental urbano: revisões e construções de significados

Quais os significados de impactos ambientais urbanos? A intenção de abordagem desta indagação nos suscita a necessidade de outras reflexões, eminentemente, relativas aos significados dos termos que estruturam a própria questão: ambiente, urbano, impactos.

O ambiente é o conceito que entendemos balizador desta discussão, que têm um enfoque geográfico. Aliás, o ambiente é conceito que, dentre outros, Suertegaray (2000) entende como balizador da própria Geografia. Assim também o entendemos. Por isso, inicialmente, lançamo-nos ao desafio de argumentar a partir da questão: qual o significado de ambiente na geografia? Abordamos essa questão pela (des) construção do pensar ambiente, pela edificação de novo paradigma ambiental e pelo que se tem dito, atualmente em voga, como ambiente na geografia, por fim, ensaiamos concepções possíveis de ambiente, que, sustentadas por pareceres geográficos, remetem-nos a reflexões interdisciplinares.

À noção de ambiente associamos à de urbano e passamos a abordar o ambiente urbano. Não se têm, com isso, a intenção de exclusão de significados, com um conceito se sobrepondo ao outro com maior veemência, ao ponto de redimensionar, para menos, os significados de que ambos os termos gozam quando dissociados. Têm-se a intenção, com tal associação, de agregar significados, para, então, pensarmos impactos ambientais urbanos. Pela fundamentação teórica edificada, até então, outros conceitos se apresentarão, enquanto conceitos-chave, e também a necessidade de questioná-los, relacioná-los e relativizá-los. Mas que fique bem claro, não se tem, nesta abordagem, a pretensão de últimas palavras. Compartilhamos da idéia de que “os conceitos são significados e estão sempre em movimento” (COELHO, 2006, p. 29). Intencionamos não definir e sim dar significados e importância a impactos ambientais urbanos, significando-os.

2.1.1. Ensaios sobre o meio (ambiente): os significados de natureza por olhares geográficos

Eis que, em leituras de cunho geográfico, por vezes, o termo ambiente aparece sucedendo o termo meio e ou como sinônimo de natureza, assim como, por vezes, parece ganhar significado próprio que o dissocia dos demais termos citados. Ora o ambiente remete ao entorno físico e as suas interações químicas e biológicas e, por isso é natureza, ora requer concepções sociais e, por isso, deixa de ser natureza. Entre outros, o conceito de ambiente é considerado por demais abrangente e sua comum associação a outros termos, possibilitando-lhe significados diversos, acabam por vulgarizá-lo. Essas são observações daqueles que, no trato da questão ambiental, resistem ao uso da expressão ambiente. Fazem-se também considerações a despeito da redundância semântica quando ambiente é precedido de meio, ou seja, quando se expressa: meio ambiente. Pois sim, a adoção do ambiente como referência de estudo, dado o não consenso de seu entendimento na geografia, expõe leituras que conflitam.

Todavia, para Suertegaray (2000) o ambiente é conceito que, dentre outros, denomina balizador da Geografia e assim também o entendemos. Por isso, lançamo-nos ao desafio de argumentar a partir da questão: qual o significado de ambiente na geografia?

2.1.1.1. A (des) construção do pensar ambiente

Até meados do século XX, conforme Mendonça (2005), a geografia, outras ciências e a sociedade em geral concebiam o meio ambiente ou ambiente (termos que nos parecem tomados como sinônimos para o autor) exclusivamente do ponto de vista naturalista. A abordagem da temática ambiental pela geografia nesse momento, o naturalista, pautou-se: “(...) pelo detalhamento das características físicas dos lugares, mensurando e catalogando-as, ao mesmo tempo em que procurando explicações para suas dinâmicas e o estabelecimento de leis numa tentativa de sistematização dos conhecimentos apreendidos (...)” (MENDONÇA, 2005, p. 22).

O ambientalismo geográfico de cunho naturalista, que compreendeu o período que vai da origem da geografia como ciência no século XIX até meados do século XX, em linhas gerais, concebeu o meio ambiente dissociado do homem ou de qualquer sociedade humana, focando-se na descrição do quadro natural do planeta, compreendido pelo relevo, clima, vegetação, hidrografia, fauna e flora (MENDONÇA, 2005).

Mas essa não é uma visão superada de ambiente na contemporaneidade pela geografia e/ou ramos deste conhecimento. Conforme o dicionário geológico-geomorfológico

(2006) lê-se ambiente como sinônimo de “meio físico, meio natural, caracterizado pelos diversos elementos físicos e bióticos: formas de relevo, rochas, solos, rios, climas, vegetação e fauna” (GUERRA, 2006, p. 40 e 419).

Dessa forma, com uma abordagem naturalista, parece-nos concebida a noção legal de meio ambiente no Brasil. De acordo com a Lei Federal 6.938 de 31 de agosto de 1981, artigo 3º, parágrafo I, citada em Verdum & Medeiros (2002, p. 147 – 48), lê-se meio ambiente como: “o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas”. A concepção legal de meio ambiente, de fato, revela-se significativamente abrangente, todavia, não se vislumbram numa primeira leitura conexões às atividades humanas, não há caráter social explícito na formulação da proposição legal de meio ambiente. Apenas em exercício de abstração, pensando-se em possíveis desdobramentos de significados, entrevemos possibilidades de articulação ao social. “Leis, influências e interações” remetem interpretações cognitivas, que respaldadas socioculturalmente. A frase “a vida em todas as suas formas” poderia abrir margens para interpretação do tipo: “a vida em sua forma social”, fundamentada cultural e economicamente? De qualquer modo, essa observação/indagação, parece-nos, possibilidades outras que, além de uma primeira leitura, resultantes de desdobramentos argumentativos sobre a proposição institucional que define meio ambiente.

Para Gonçalves (1989) em “Os (des) caminhos do meio ambiente”, que pensamos podermos ler como: “Os (des) caminhos do conceito de natureza”, a separação homem-natureza, homem enquanto indivíduo e coletivo que socioculturalmente instituídos, é uma característica efusiva do pensamento que tem dominado o chamado mundo ocidental; cuja matriz filosófica se encontra na Grécia e Roma clássicas. Acrescenta-nos Gonçalves (1989, p.28) que “(...) a afirmação desta oposição homem-natureza se deu, no corpo da complexa História do Ocidente, em luta com outras formas de pensamento e práticas sociais”.

Outras formas de pensamento que talvez herdadas de filósofos da chamada época pré-socrática, pois, na história do mundo ocidental, o modo de concepção da natureza já foi significativamente distinto do preponderado nos ditos períodos da história moderna e contemporânea. Tão distinto em seu possível germe, o modo de concepção da natureza (*physis* do grego) na época pré-socrática, que leva Bornheim (1985), *apud* Gonçalves (1989, p. 30-1), a considerar:

(...) A palavra *physis* indica aquilo que por si brota, se abre, emerge, o desabrochar que surge de si próprio e se manifesta neste desdobramento, pondo-se manifesto. Trata-se, pois, de um conceito que nada tem de estático, que se caracteriza por uma dinamicidade profunda, genética (...) a *physis*

encontra em si mesma a sua gênese; (...) princípio de tudo aquilo que vem a ser (...) a *physis* é a totalidade de tudo o que é (...) convém chamar a atenção para um desvio em que facilmente incorre o homem contemporâneo. Posto que a nossa compreensão do conceito de natureza é muito mais estreita e pobre que a grega, o perigo consiste em julgar a *physis* como se os pré-socráticos a compreendessem a partir daquilo que nós hoje entendemos por natureza (...) para os pré-socráticos, já de saída, o conceito de *physis* é o mais amplo e radical possível, compreende em si tudo que o existe (...) à *physis* pertencem o céu e a terra, a pedra, a planta, o animal e o homem, o acontecer humano como obra do homem e dos deuses e, sobretudo, pertencem à *physis* os próprios deuses. Devido a esta amplidão e radicalidade, a palavra *physis* designa outra coisa que o nosso conceito de natureza. Vale dizer que, na base do conceito de *physis*, não está nossa experiência da natureza, pois a *physis* possibilita ao homem uma experiência totalmente outra que não a que temos face à natureza (...) Pensar o todo real a partir da *physis* é pensar a partir daquilo que determina a realidade e a totalidade do ente.

Já em Platão e Aristóteles se vislumbra uma relativa marginalização do que *o céu, a terra, a pedra, a planta e o animal* em detrimento da valorização do que *é o homem e a idéia*. Toma rumo à transformação do significado de *physis*, de natureza, que aos poucos se edificará de modo desumanizado. Mas, antes de se chegar à oposição homem-natureza, se vislumbram as separações/oposições *espírito-matéria* e *sujeito-objeto*. Platão falava que só a *idéia* era perfeita em oposição à realidade mundana. O cristianismo, numa releitura, irá opor a perfeição de Deus (*espírito*) à imperfeição do mundo material. Essa leitura própria de Aristóteles e Platão, realizada pela Igreja na Idade Média, faz-se sob o olhar da censura e, assim, limitam-se outras possíveis (re) leituras. Logo, toma vulto a separação *espírito-matéria*. Os cristãos vão afirmar decididamente que “Deus criou o homem à sua imagem e semelhança”. Deus, em letra maiúscula, ganha significado outro que o difundido entre os pré-socráticos. Aliás, com o cristianismo no ocidente, Deus sobe aos céus e, de fora, noutra possível dimensão, passa a agir sobre o mundo imperfeito dos mortais. O homem é, a despeito de ser imagem e semelhança de Deus, dotado de um privilégio que o anima (do grego *ânima*, alma). Quando o ânimo está a findar, pensamos na morte terrena, temos um momento de separação: alma e corpo, este último, agora desvinculado do *espírito*, é apenas *matéria*. A *matéria* demanda estudos, dado o assombro de pestes que rondam o mundo conhecido. Enquanto *matéria* o corpo vira um *objeto*, um possível *objeto* de estudo frente a um *sujeito*, o próprio homem, o eu pensante, consciência, *espírito* ou mente enquanto faculdade cognoscente e princípio fundador do conhecimento. Dessa forma, simplificando-se, toma vulto à separação/oposição *sujeito-objeto*, isso ocorre especialmente com Descartes ou com a filosofia cartesiana (GONÇALVES, 1989; HOUAISS, 2001).

Dois aspectos da filosofia cartesiana marcam o pensamento na modernidade: o antropocentrismo e o caráter pragmático-utilitarista que o conhecimento adquire. Em síntese,

o homem é visto como centro do mundo, o sujeito em oposição ao objeto, à natureza. O homem, então instrumentalizado por métodos científicos, pode avançar pelos mistérios da natureza e, assim, tornar-se senhor e possuidor da natureza, esta agora é um recurso, um *meio* para se atingir um fim. Toma vulto à separação/oposição *homem-natureza*. Convém lembrar que tais rumos do pensamento, o antropocentrismo e o caráter pragmático-utilitarista do mesmo, estão vinculados ao Mercantilismo, ao desenvolvimento da técnica, à instituição do Capitalismo e à Revolução Industrial. O século XIX será o do triunfo desse mundo pragmático, com a ciência e a técnica tomando significados fundamentais na vida do homem. A natureza, cada vez mais um *objeto* a ser possuído e dominado, então é subdividida em física, química, biologia. O homem em economia, sociologia, antropologia, história, psicologia, etc. Pensar o homem e a natureza organicamente ou integralmente se torna, progressivamente, não usual. Mesmo a geografia que, em princípio, não caberia dentro dessa oposição *homem-natureza*, reproduz, no seu interior, essa dicotomia através da separação entre a geografia humana e a geografia física (GONÇALVES, 1989).

Os fundadores da geografia, destacando-se Ritter, Ratzel e La Blache, apresentam, ainda que de distintos modos, um objeto de estudo para a geografia que focado na relação homem-meio (natureza), mas a geografia desse período tendeu a naturalizar o homem, na medida em que o via como mais um constituinte do espaço geográfico. Interessava à geografia a obra materializada e não as relações sociais, pois, como dizia La Blache: “a geografia é a ciência dos lugares e não dos homens.” (SUERTEGARAY, 2000).

Em seu período inicial, referia-se a geografia ao meio (*milieu*) que, como para Bertrand (1968) apud Suertegaray (2000), está impregnado de um sentido ecológico. A origem histórica dessa noção de meio (ambiente) está vinculada à biologia, tendo sido introduzida nesta área de conhecimento pela mecânica newtoniana. A partir de Isaac Newton o universo é cientificamente concebido com um sistema. Todavia, não tinha evolução, sempre repetia o mesmo movimento, tal como um relógio que marca o tempo dos outros seres, mas não o seu próprio tempo (GONÇALVES, 1989).

Em seu desenvolvimento histórico, o conceito de ambiente assume a concepção de sistema: de unidade de diversas manifestações entre si relacionadas, a partir dos termos em que o estruturalismo o redefiniu como organismo (ALIATRA; SILVESTRI, 1994; *apud* SUERTEGARAY, 2000). Mas o organismo evolui, como demonstrou Charles Darwin, e sob o resplandecer das idéias de sistema, com o desenvolvimento da etologia, ciência que estuda os hábitos dos animais e das acomodações às condições do ambiente, e de uma série de descobertas científicas, provenientes principalmente da biologia, lança-se a luz à concepção

de ecossistema. Este, perante o significado de natureza, ganha relevante dimensão, tal qual nos parece ao encontro de associação ou mesmo suplantação. O ecossistema, para além de um organismo, guardado o seu carácter organizador, é uma unidade complexa – *sistema*. O ecossistema é, sobretudo, o biótopo – o meio geofísico – e a biocenose – conjunto das interações entre seres vivos de todas as espécies que povoam este biótipo (GONÇALVES, 1989).

Nessa perspectiva ecossistêmica, o ambiente é lido como algo externo ao homem, cuja preocupação seria estudar o funcionamento dos sistemas naturais. Ou, incluir o homem, neste caso, “em uma única esfera cuja chave principal de leitura está constituída por processos naturais” (ALIATA; SILVESTRI, 1994; *apud* SUERTEGARAY, 2000, p. 27).

Muitos geógrafos viram no método sistêmico uma das possibilidades de entender a natureza de forma integrada e atribuíram à natureza uma dimensão sistêmica. Para estes, a natureza é sistêmica. A Teoria de Sistemas, aprimorada, sobretudo, do ponto de vista da modelização e quantificação dos elementos arrolados na abordagem geográfica, foi defendida por significativo número de pesquisadores que se concentravam no estudo do ambiente sob a ótica da geografia. O desenvolvimento de metodologias próprias para a referida abordagem apareceu como primeira necessidade e, desta maneira, alguns geógrafos desenvolveram o conceito de geossistema proposto no início dos anos 60 por Sotchava (MENDONÇA, 2005; SUERTEGARAY, 2008).

Decorrem destas observações diferentes manifestações: a natureza não é sistêmica, ela pode ser analisada sistemicamente, o sistemismo não é uma teoria interpretativa da natureza, constitui um caminho analítico, um método. O sistemismo, no âmbito da geografia, não fugiu da compartimentação. Há controvérsias em relação ao conceito de geossistema, ora compreendido como sistema natural, ora concebido como sistema integrativo da natureza com a sociedade (SUERTEGARAY, 2008).

De qualquer forma, a abordagem sistêmica tem sido um caminho significativamente utilizado por geógrafos no desenvolvimento de seus trabalhos. Há que se lastimar, assim o faz Mendonça (2005), quando do esquecimento/descaso, através do uso desta abordagem na geografia, da busca pela compreensão das relações sociais enquanto componente das diversas paisagens.

A concepção de meio, ambiente ou natureza ganha outros significados na geografia, sobretudo por sua aproximação com a sociologia, a partir do materialismo histórico. Nesse momento, parte da geografia passa a preocupar-se com o espaço geográfico, entendendo-o como resultado das formas de produção. Dessa maneira, a geografia concebe a relação

homem-natureza, ou melhor, *sociedade-natureza* sob a ótica da apropriação, concebendo a natureza como recurso à produção. Toma vulto a expressão meio. Esse debate, por vezes embate/combate, redimensionou para mais, ao mesmo tempo em que aprofundou discussões socioeconômicas na edificação do espaço geográfico, mas restringiu possibilidades analíticas da *natureza em si*, no seu corpo referencial (SUERTEGARAY, 2000).

O sub-ramo geografia humana foi o *carro-chefe* desta geografia, que se intitulou geografia marxista – geografia radical. A forte proximidade com a sociologia, história e economia política foi notória e comprometedora, quando se observa um total esquecimento da abordagem do suporte físico-territorial sobre o qual são processadas as atividades sociais (MENDONÇA, 2005).

(...) O marxismo é um método restrito às ciências sociais, onde conhece uma ampla difusão. Alfred Schmidt mostrou, em interessante estudo, a inexistência de uma perspectiva ontológica a respeito da Natureza no interior da obra de Marx. Nesta, os fenômenos naturais nunca são enfocados em seu movimento intrínseco, porém abordados enquanto recursos para vida humana. Assim, é uma “natureza para o homem” que sempre está em foco nas considerações marxianas. Notadamente, ele discute as condições naturais em seu desenvolvimento com os processos produtivos como “pressuposto geral de toda a produção”. Segundo Marx, a matéria ambiental pré-existe ao trabalho humano, sendo nesse sentido o seu objeto universal (MORAIS, 1990 *Apud* MENDONÇA, 2005, p. 57-8).

Observamos que natureza sempre foi um conceito muito próximo da geografia, embora, lembra-nos Suertegaray (2008), pouco discutido em si. A geografia, por longa data, não se preocupou em entender o significado dado à natureza em suas análises. Consideraram-na, como também em outras áreas do conhecimento, como algo dado, objetivo e externo.

O entendimento fragmentado da realidade que caracterizou a construção do “pensamento na modernidade”, apresentado em Latour (1994) *apud* Suertegaray (2008, p. 43) como “purificação do conhecimento”, induziu a “separação total dos humanos e dos não-humanos e por simultaneamente anular esta separação, a constituição tornou os modernos invencíveis”. É resultado da constituição da Modernidade a idéia de natureza enquanto externalidade ao humano. É este o significado cultural, econômico e político circunscrito a natureza nesta construção. Também, oportuno foi “(...) introduziram-se milhares de objetos naturais no corpo social dotando-o da solidez das coisas naturais”. Neste sentido, “a leitura de nossa base filosófico-científica se inscreve na necessidade atual de decifrar um mundo extremamente complexo, onde sob muitos aspectos a natureza não é natural” (SUERTEGARAY, 2008, p. 06).

Em nossa sociedade (ocidental), contemporaneamente e de forma reinante, materializa-se no imaginário a natureza como algo que se contrapõe à cultura. A cultura representa aquilo que, por superioridade, conseguiu controlar a natureza, um sempre *objeto* a ser dominado por um *sujeito*, o *homem*. Mas o materialismo histórico faz bem em lembrar: nem todos os *homens* são proprietários da natureza, são alguns poucos *homens* que dela verdadeiramente se apropriam. Neste sentido, contempla-nos Gonçalves (1989): esquece-se na visão tradicional de *natureza-objeto versus homem-sujeito*, que a palavra *sujeito* abarca significado que não apenas substantivo, mas também adjetivo: ser *sujeito* é ser ativo, dono do seu destino, mas também é ser ou estar *sujeito*, submetido, a determinadas circunstâncias, condições.

Também materializados no imaginário, do chamado mundo ocidental, estão duas outras vertentes de pensamentos acerca de natureza:

(...) ou vemos a natureza como algo hostil, lugar da luta de todos contra todos, da chamada lei da selva, ou vemos a natureza como harmonia e bondade. [...] A primeira vertente afirma o antropocentrismo e a segunda o naturalismo. Homem e natureza caem um fora do outro (GONÇALVES, 1989, p. 62).

2.1.1.2. Novos paradigmas ambientais

Como já mencionado, a extrema fragmentação do conhecimento consagrou a separação entre o homem e a natureza, sobretudo a partir do século XIX. As influências de Descartes, também Galileu, Leibniz e, particularmente, de Isaac Newton contribuíram para formar o imaginário iluminista, fundado na idéia de *physis* ordenada tal e qual um relógio, cujos ponteiros fazem sempre os mesmos movimentos. O universo newtoniano é “relojoeiro”, mecanicista, sincronizado e não diacronizado. As concepções teórico-metodológicas científicas da época, socialmente instituídas, privilegiaram nas suas análises o sincrônico ao diacrônico. O Funcionalismo, o Estruturalismo e a Teoria Geral dos Sistemas – que privilegiam o estudo do modo como um determinado fenômeno (sistema) atua, em detrimento da análise do modo como se constituíram as condições do seu funcionamento – ganham uma solidez mais aparente que real. Isso porque, embora a realidade apareça à primeira vista como funcional, dando a impressão de que tais pressupostos são capazes de dar conta teoricamente da realidade cotidiana, logo aparece uma greve, um conflito e múltiplas tensões que sinalizam a existência de contradições no interior da aparente funcionalidade do sistema (GONÇALVES, 1989).

Tomamos como exemplo o ecossistema. Numa primeira leitura, a regularidade e a invariância se sobressaem, tal como num relógio, em cada ecossistema. Fazem-se evidentes as concepções de equilíbrio e de harmonia. Mas há de se questionar e relativizar tais concepções (GONÇALVES, 1989).

(...) A ordem física prolonga-se na ordem viva, ela própria regida por “programas genéticos”, fabricantes de invariância e de repetição; assim, a natureza aparece como permanência, regularidades, ciclos. E, no entanto, quando olhamos, quer a muito longo termo quer de perto, esta ordem subitamente vacila e se fende. À escala de centenas de milhares de anos o subsolo fende-se e se desloca; a crosta terrestre enrugase, sublevese, abate-se, os continentes derivam; as águas inundam as terras que emergem da água; as florestas tropicais e as calotas glaciais avançam ou recuam; as erosões cavam, nivelam, pulverizam. Olhando mais de perto e a curto tempo, vemos uma confusão de seres unicelulares e de animálculos; uma trapalhada e uma desordem de plantas misturadas, enteparasitas através das florestas (...) insetos agitados por movimentos desordenados (...) por todo lado, uma autofagia permanente da vida comendo a vida, uma luta feroz de todos contra todos (...) Como conjugar estas duas visões que, até aqui, sempre se repeliram uma à outra, uma feita de ordem e de harmonia, a outra de desordens e de luta? Estas duas visões, contrárias, são ambas per si verdadeiras (MORIN, [s/d] *apud* GONÇALVES, 1989, p. 64).

As significativas transformações pelas quais passou a Terra, com a tectônica de placas e a formação/destruição do relevo, com as mudanças climáticas e os avanços e recuos das calotas polares, da água do mar, etc. contam uma história em que se ressaltam as aptidões dos ecossistemas à construção de novas estabilidades, em detrimento à estabilidade dos ecossistemas em estado de clímax (estado de equilíbrio para o qual tendem todos os ecossistemas e no qual podem se manter indefinidamente, desde que nenhum acidente externo se sobreponha aos ciclos que os constituíram). É em contexto de construção *versus* destruição e vice-versa que os ecossistemas apresentam harmonia. A eco-evolução registra inúmeras mutações ecológicas, isto é, reestruturações novas sob o efeito de perturbações a longo e curto prazo (GONÇALVES, 1989).

[...] Cada ecossistema “é organização espontânea que, baseado em suportes geofísicos deterministas e em seres geneticamente determinantes, faz-se a si mesmo, sem ser incitado ou obrigado por um programa, sem dispor de uma memória autônoma e duma computação própria, sem ser organizado e ordenado por um aparelho de controle, regulação, decisão, governo” (MORIN, [s/d] *apud* GONÇALVES, 1989, p. 65).

Assim, a espontaneidade é eco-organizadora. Cada ecossistema é um todo que se organiza a partir das interações dos seres que o constituem. Portanto, o todo, o ecossistema, só existe pelas interações entre as partes e são essas complexas interações que o constituem. Tais interações, que se operam na biocenose, são ao mesmo tempo complementares – associações,

sociedades, simbioses, mutualismos; – concorrenciais – competição, rivalidades; e antagônicas – parasitismos, fagias, predações. O caráter organizador daquilo que é complementar parece se opor ao caráter desorganizador e destruidor daquilo que é concorrencial e parasita, mas esta oposição é ambígua e relativa, pois antagonismo e complementaridade não excluem um ao outro (MORIN, [s/d] *apud* GONÇALVES, 1989).

Essas considerações nos permitem vislumbrar outra concepção de natureza, para além daquelas enraizadas em nossa sociedade: ou a natureza é o lugar onde todos lutam contra todos, onde impera a lei da selva ou a natureza é o lugar da bondade e da harmonia. Pois a natureza não é nem um caos nem tampouco um cosmos perfeitamente ordenado e organizado. Ela é um *caosmo* (MORIN, [s/d] *apud* GONÇALVES, 1989).

Assim, na busca pela melhor compreensão da natureza, do meio ou ambiente, afirma-nos Gonçalves (1989), faz-se necessário romper com o pensamento simplificador e excludente e afirmar a complexidade, da qual nos fala Morin (2007). Da mesma forma, para Mendonça (2005, p. 70) o tratamento da temática ambiental é atividade complexa, tanto do ponto de vista teórico como, sobretudo, do ponto de vista da práxis:

Somente ações desenvolvidas do ponto de vista da holisticidade da temática (ambiental) é que conseguem apresentar resultados satisfatórios no tocante às tentativas de melhor recuperação e preservação de ambientes degradados locais, regionais ou planetário.

Ainda nesta linha de raciocínio, ou seja, no que diz respeito à concepção da temática ambiental, a contribuição do sociólogo Herbert de Souza, enunciada em Mendonça (2005), aponta para a necessidade de uma compreensão atual da referida temática baseada nas proeminentes disparidades socioeconômicas que caracterizam as diversas realidades entre os países, no tocante ao seu desenvolvimento.

[...] nos países desenvolvidos o meio ambiente (*environment*) é compreendido como algo em prol de cuja preservação e conservação se luta, ao mesmo tempo em que pelo seu tombamento e buscando defender santuários ecológicos. A preocupação com espécies em extinção é muito grande e o homem, aparentemente, nem sempre é compreendido como elemento do meio. Este ponto de vista é, porém, completamente incompatível com a realidade dos países classificados de terceiro-mundistas. Neles, as condições de vida da população humana, bem como sua qualidade, encontram-se completamente degradadas. É preciso, primeiramente, resgatar o mínimo necessário a sobrevivência de cada um e a condição de cidadania, absurdamente seqüestrada por uma minoria hereditariamente no poder. Falar de meio ambiente em tal contexto não tem nenhuma ressonância (SOUZA, [s/d] *apud* MENDONÇA, 2005, p. 70-1).

Esta concepção de meio ambiente aponta principalmente para o fato de que no Brasil, por exemplo, falar de meio ambiente significa, antes de tudo, lutar para o equacionamento de

graves problemas sociais que tão marcadamente caracterizam o espaço geográfico nacional. A crise ambiental que dos últimos séculos emerge não pode ser compreendida, tampouco resolvida, segundo perspectivas que dissociam o natural e o social (GONÇALVES, 1989; MENDONÇA, 2001, 2005). “[...] Se permanecermos insistindo no estudo da natureza (em seu conjunto ou em seus fragmentos) em separado da sociedade, muito provavelmente, teremos respostas parciais para problemas complexos” (SUERTEGARAY, 2008, p.12).

Neste sentido, nas ultimas cinco décadas, pode-se observar que a noção de Ambiente tem agregado, paulatinamente, a dimensão social. Essa transformação do conceito de ambiente é resumida nas colocações de Bailly e Ferras (1997); citados em Mendonça (2001, p. 116):

Em 1917, o meio ambiente, é para uma planta o resultante de todos os fatores externos que agem sobre ela. Em 1944, para um organismo, a soma total efetiva de fatores, aos quais um organismo responde. Em 1964, Harant e Jarry propõem: o conjunto de fatores bióticos (vivos) ou abióticos (físico-químico) do hábitat. Em 1971, segundo Ternisien: conjunto, num momento dado, dos agentes físicos, químicos e biológicos e dos fatores sociais suscetíveis de ter um efeito direto ou indireto, imediato ou a termo, sobre os seres vivos e as atividades humanas.

Observa-se na evolução do conceito de ambiente um envolvimento crescente das atividades humanas. No entanto, para Mendonça (2001), ainda assim, o termo ambiente parece não conseguir se desvincular da sua gênese fortemente marcada por princípios naturalistas. Pois, acredita o autor que se tenha gerado “uma concepção cultural do meio ambiente que exclui a sociedade da condição de componente e a inclui como agente/fator” (MENDONÇA, 2001, p. 05).

[...] o homem socialmente organizado parece se constituir mais num fator que num elemento do ambiente. De maneira geral, e observando-se tanto o senso comum como o debate intra e extra-academia, a impressão geral que se tem é de que a abordagem do meio ambiente está diretamente relacionada à natureza, como se existisse um *a priori* determinante traduzido numa hierarquização dos elementos componentes do real, onde aqueles atinentes ao quadro natural estão hierarquicamente em posição mais importante e sem os quais não haveria a possibilidade da compreensão ambiental da realidade (Mendonça, 2001, p. 117).

Acrescer nas discussões ambientais à perspectiva social, econômica, política e cultural, soa como um desafio para toda uma geração de intelectuais, cientistas e ambientalistas que se encontram vinculada a tais discussões no presente. Diante de tão importante desafio na atualidade, Mendonça (2001) observa uma forte tendência à utilização, de forma ampla, do termo “*socioambiental*”.

A questão ambiental institui novo paradigma, em que natureza e cultura não caíam uma fora da outra. Isso não significa reduzir o homem ao reino da natureza, da animalidade, mas sim, significa reconhecer as especificidades naturais do homem: o homem, por natureza, produz cultura. A cultura humana não sai da natureza, ao contrário, é uma das suas qualidades (Gonçalves, 1989). “(...) O homem é a um só tempo obra e artífice do meio que o rodeia, o qual lhe dá sustento material e a oportunidade de desenvolver-se intelectual, moral, social e espiritualmente” (PRIMEIRA CONFERÊNCIA MUNDIAL DO DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE, Estocolmo, 1972; *apud* MENDONÇA, 2005, p. 48).

Portanto, cultura não exclui natureza, desenvolve-se no interior dela, processando sínteses, socialmente instituídas, de matéria e energia, formas de medição entre homens e outros orgânicos e inorgânicos. Os homens criam normas, regras, instituições, etc., não para evitar cair no estado de natureza, mas desenvolvendo a sua própria natureza, em função de estímulos advindos do meio ambiente, que incluem as relações dos homens entre si. Toda cultura elabora os seus conceitos, inclusive o de natureza, ao mesmo tempo em que institui suas relações sociais (GONÇALVES, 1989).

[...] Homem e Natureza são concebidos como parte de um mesmo processo de constituição de diferenças. O homem é a natureza que toma consciência de si própria e esta é uma descoberta verdadeiramente revolucionária numa sociedade que disso se esqueceu ao se colocar o projeto de dominação da natureza (GONÇALVES, 1989, p. 09).

Também para Latour (1994), *apud* Suertegaray (2008, p. 38) “natureza e sociedade não são dois pólos distintos, mas antes uma mesma produção de sociedades – naturezas, de coletivos.”

A cultura é criação dos homens e resulta de processos que, como observamos na história, marcados por inúmeras tensões e conflitos, cujas motivações são instituir possibilidades outras. Se a relação com a natureza e dos homens entre si, instituída por nossa sociedade-cultura, não nos agrada, temos de contorná-la, superá-la, através de reflexões e ações mais democráticas e sustentáveis. É fundamental tomarmos consciência de que o conceito de natureza e de homem moldado, não é mais nem menos natural que qualquer outro, é uma condição socioculturalmente instituída. “[...] Não existem palavras naturais para falar de natureza. As palavras são criadas e instituídas em contextos sociais específicos e também por este modo o conceito de natureza não é natural” (GONÇALVES, 1989, p. 63).

Dessa forma, há necessidade de se pensar o conceito de natureza adotado e avaliar sua pertinência em relação aos problemas e/ou aos objetos atuais. A sociedade contemporânea, diante de suas necessidades, ultrapassou a dimensão do conhecimento nas

suas especializações/purificações. Neste sentido, observa-se que a geografia é palco de um longo conflito que se revela ora nas propostas de especialização ora nas propostas de conjunção. Teoricamente a geografia foi sempre conjuntiva e para alguns também o foi na prática científica (SUERTEGARAY, 2008).

2.1.1.3. O que se tem dito na geografia do ambiente

A partir da Conferência Internacional sobre Meio Ambiente, que deu lugar ao que se costumou chamar de “Conferência do Rio-92”, à semelhança da “Conferência de Estocolmo de 1972”, difundiu-se o conceito de “desenvolvimento sustentável”, que certamente redefiniu os rumos de uma abordagem ambientalista até então extremamente ecológica/ biológica e de uma visão absolutamente preservacionista para uma abertura mais humanista e do entendimento de que a humanidade é uma parte importante, senão a mais importante, do meio ambiente. Em função disso, acentuou-se a relevância do entendimento das relações sociedade-natureza, tanto pelo lado de suas contradições como pelo dos aspectos de suas inter-relações de dependências e funcionalidades (ROSS, 2006, p. 19 e 20).

“O meio ambiente atualmente em voga é propalado na perspectiva que engloba o meio natural e o social” (MENDONÇA, 2005, p. 23). “O ambiente não é visto apenas como o meio físico e biótico, mas inclui também o sócio-econômico” (ROSS, 2007, p. 18). Ajara (1993), *apud* Fraisoli (2005, p. 50), define meio ambiente como:

(...) um sistema integral que engloba elementos físico-bióticos e sociais. Assim sendo, a apreensão de uma dada questão ambiental dar-se-á apenas quando recuperadas as dinâmicas dos processos sociais e ecológicos, atribuindo igual ênfase à história da sociedade e da natureza.

Baseando-se em postulados de Chorley & Kennedy (1971), tentando formalizar uma noção de ambiente, Silva (1995 b, p. 348) define o termo como:

(...) um conjunto estruturado sobre uma determinada localização, que tem uma extensão determinável e representa uma síntese da atuação de uma variada gama de fatores ambientais – naturais e socioeconômicos – correlacionados casual ou aleatoriamente para produzi-lo.

Para MacDonald (1998, p. 03): “The modern concept of environment encompasses ecological, economic, aesthetic, and ethical concerns”.

Acredita Veyret (1999), citado em Mendonça (2001, p. 117), que contemporaneamente: “(...) para um geógrafo, a noção de meio ambiente (...) designa as relações de interdependência que existem entre o homem, as sociedades e os componentes físicos, químicos, bióticos do meio e integra também seus aspectos econômicos, sociais e culturais”.

Entende Corrêa (2005), ainda que mencione segundo a visão da geografia humana, o meio ambiente como o conjunto de três aspectos interligados: fixos, fluxos e o homem. Trata-se o meio ambiente do resultado material da ação humana (objetos materiais fixos), da natureza transformada pelo trabalho social, da segunda natureza, da transformação da natureza primitiva sob égide da ação humana historicamente contextualizada, que incorpora os conflitos sociais de cada período e o desenvolvimento de forças produtivas. Os fixos, também o são enquanto produtos sociais, produtos de uma ruptura de um dado equilíbrio ecológico pela ação transformadora do homem. O ambiente também engloba os diferentes fluxos que interconectam os diferentes objetos criados pela ação humana. O meio ambiente agrega, assim, os fixos e os fluxos. Mas há mais. O meio ambiente não pode deixar de incluir o homem, mas um homem qualificado pelas suas relações sociais, sua cultura, seu ideário, mitos, símbolos, utopias e conflitos, um homem que, simultaneamente, é produtor e usuário do meio ambiente, mas também por meio dele, algoz e vítima. Assim explicitado, acredita Corrêa (2005), o conceito de meio ambiente se confunde com o de meio geográfico, estando muito além dos limites das ciências da natureza.

Na discussão de espaço geográfico enquanto uno e múltiplo, entende Suertegaray (2000) o ambiente como um conceito, dentre outros (paisagem, lugar e território), que denomina como balizador da geografia, que expressa possibilidades analíticas da geografia relativas à questão ambiental. Em outras palavras, o conceito de ambiente expressa uma possibilidade de leitura do espaço geográfico ou, dessa forma, um caminho metodológico. Ao tratar do espaço geográfico, tomando como referência o conceito de Milton Santos (1997), a autora citada trará à luz reflexões sobre a estruturação de ambiente, sobre um significado de natureza que vislumbra na contemporaneidade.

O espaço geográfico [...] é formado por um conjunto indissociável, solidário e também contraditório, de sistemas de objetos e sistemas de ações, não considerados isoladamente, mas como um quadro único no qual a história se dá. No começo era a natureza selvagem, formada por objetos naturais, que ao longo da história vão sendo substituídos por objetos fabricados, objetos técnicos, mecanizados e, depois cibernéticos, fazendo com que a natureza artificial tenda a funcionar como uma máquina (SANTOS, 1997 *apud* SUERTEGARAY, 2000, p. 15).

Este conceito expressa articulação entre sociedade e natureza. Trata-se, nesse caso, de uma concepção de natureza denominada natureza artificial, tecnificada ou, ainda, instrumental, decorrente do período “Técnico-Científico Informacional”. A técnica no seu estágio atual permite a intervenção, não só nas formas, como nos processos naturais. Os depósitos tecnogênicos podem bem ilustrar essa afirmação. Tratar-se-ia a natureza, nessa

circunstância, propõe Suertegaray (2000), não mais como uma dimensão de interface com a sociedade, mas como uma dimensão de transmutação/transfiguração. Uma natureza possuída pelo homem/ transfigura-se, adquire outra dimensão. “(...) transfiguração é a passagem de uma figura para outra. Além disso, ela é, de certa maneira, mesmo que mínima, próxima da possessão” (MAFFESOLI, 1995 *apud* SUERTEGARAY, 2000, p. 30). Cabe registrar que o uso do termo transfiguração já tinha sido adotado por Reclus, para se referir à dominação da natureza pelo homem, na sua obra *L' homme et la Terre* comentada por Béatrice Giblin (SUERTEGARAY, 2008).

Voltando-se à relação espaço geográfico *versus* ambiente, diz-nos Suertegaray (2000) que, ao se conceber o espaço geográfico como um todo uno e múltiplo, temos de concebê-lo aberto a múltiplas conexões que se expressam através de diferentes conceitos, dentre eles, cita-se o de ambiente. Assim, pode-se dizer que o ambiente enfatiza uma dimensão da complexidade organizacional do espaço geográfico, como concebe a autora, pela transfiguração da natureza através das práticas sociais.

De certa forma, essas premissas são sustentadas por Coelho (2006, p. 23) ao afirmar que:

[...] o ambiente ou meio ambiente é social e historicamente construído. Sua construção se faz no processo de interação contínua entre uma sociedade em movimento e um espaço físico particular que se modifica permanentemente. O ambiente é passivo e ativo. É, ao mesmo tempo, suporte geofísico, condicionado e condicionante de movimento, transformador da vida social. Ao ser modificado, torna-se condição para novas mudanças, modificando, assim, a sociedade.

Todavia, para Suertegaray (2000), os geógrafos na atualidade compartilham de conceitos diferentes de ambiente. Numa perspectiva naturalista/naturalizante, ainda se auxiliam de conceitos que não dimensionam a tensão sob a qual se originam os impactos. Mas acredita a autora, também nós, que esta não tem sido a regra. Entendemos que a geografia tem pensado o ambiente com a inclusão do homem, sobretudo, como um ser social produto e produtor de várias tensões ambientais e, portanto, não como ser naturalizado.

Meio, ambiente ou natureza possuem significados que, como outros conceitos, socioculturalmente instituídos. As crises ambientais que emergem impõem reflexões acerca desses significados, que, até então, evocavam a separação sociedade-natureza, pois assim construídos ou, pela visão de outros, desconstruídos. Na geografia, embora também nos pareça que em outras ciências e em partes da sociedade, a concepção da relação sociedade-natureza têm se feito outra que não mais pela eminência disjuntiva. Há buscas pela edificação

de conhecimentos mais próximos da integralidade, por viés de pensamentos que reconhecem a complexidade no desenvolver de suas pesquisas.

2.1.2. Um ambiente que se quer urbano: o ambiente urbano

Teóricos do urbano, como Santos (1979; 1996) e Gottdiener (1993), na interpretação de Coelho (2006, p.27): “apreendem seu objeto de estudo como um espaço de formas e conteúdos particulares, inserido no espaço geral, produto e produtor de relações específicas que se expressam em fluxos e funções próprias, alteradas e dinamizadas pelas técnicas”.

Tais formas e conteúdos, fluxos e funções, possuem dimensões temporais, sociais e espaciais, em geral, apreendidas na cidade (polis) ou parcelas desta. A cidade é trabalho social que se revela através da relação entre o “construído” (casas, ruas, avenidas, estradas, edificações, praças, etc.), o “não construído” (o natural) e o movimento (deslocamento de homens e capital) (CARLOS, 2007). Santos (1994), citado em Coelho (2001, p. 23), além de reconhecer a cidade como “um meio ambiente construído”, destaca-a enquanto “retrato da diversidade das classes, das diferenças de renda e dos modelos culturais”, ou seja, a cidade evidencia as características sociais.

Harvey (1972), citado em Corrêa (2005 p. 121), entende a cidade “(forma de organização espacial antrópica)” como: “[...] a expressão concreta de processos sociais na forma de um ambiente físico construído sobre o espaço geográfico. Expressão de processos sociais, a cidade reflete as características da sociedade.”

Enquanto objetivação geográfica do estudo da cidade e ou parcelas desta, Corrêa (2005), em notas teórico-metodológicas, apresenta-nos o urbano, pela possibilidade de análises multivariáveis. Esta multivariabilidade, entende o autor, constitui-se em riqueza que gestada pela própria realidade e pela prática dos geógrafos. Destaca-nos, dessa forma, um urbano que *“fragmentado e articulado, reflexo e condição social e campo simbólico de lutas”* (CORRÊA, 2005, p. 144)

Enquanto fragmentado, caracteriza-se o urbano pela justaposição de diferentes paisagens e usos da terra (por exemplo, na grande cidade capitalista, áreas industriais, subcentros terciários, áreas residenciais distintas em forma e conteúdo, etc.). O arranjo espacial da fragmentação varia, mas ela é inevitável, diz-nos o autor. Essa fragmentação resulta da ação dos diversos agentes modeladores que produzem e consomem o urbano, sobretudo, destaca Corrêa (2005, p.146), dos “proprietários dos meios de produção, proprietários fundiários, promotores imobiliários, Estado e grupos sociais excluídos”.

Todavia o urbano não é apenas fragmentado, também é unidade. Porque, simultaneamente à fragmentação, o urbano se faz *articulado*. Assim, fragmentação e articulação são características complementares (CORRÊA, 2005). Neste sentido, diz-nos Santos (1994), citado em Coelho (2006, p.34): “Embora seja composta de diferentes áreas ou ambientes construídos (áreas residenciais, áreas industriais, etc.) e diferentes classes sociais, a cidade é totalidade, e suas partes dispõem de movimento combinado”.

A articulação se manifesta, por exemplo, através do *fluxo* de veículos, pessoas, etc. (Corrêa, 2005), um ir e vir, o ritmo da vida (Carlos, 2007), através da circulação de decisões (econômicas, políticas...) que podem resultar em investimentos de capital, material, etc. Com articulação se intenciona afirmar que cada um dos fragmentos do urbano estabelece relações com os demais. Tais relações são de natureza e intensidade variáveis (Corrêa, 2005).

A natureza dessas relações é social, tendo como matriz a sociedade de classes e seus processos, o que possibilita apreender o urbano como reflexo *da sociedade*, tanto de suas ações presentes como daquelas pretéritas e que materializam formas espaciais (obras da ação antrópica). O urbano também é uma seqüência de *formas espaciais* que coexistem lado a lado, cada uma sendo originária de um dado momento (CORRÊA, 2005). A dimensão de vários tempos está impregnada no urbano. Na cidade evidenciamos marcas dos diferentes momentos históricos, produzidas pela “*articulação*” entre o novo e o velho (CARLOS, 2007). Em Santos (2002, p. 40), neste sentido, faríamos leitura das rugosidades espaciais: “(...) chamemos rugosidade ao que fica do passado como forma, espaço construído, paisagem, o que resta do processo de supressão, acumulação, superposição, com que as coisas se substituem e acumulam em todos os lugares.”

A cidade tem uma história. A cidade é realização humana, criação que se constitui ao longo do processo histórico. Em cada uma das diferentes etapas do processo histórico, marcado por determinações históricas específicas, a cidade assume formas, características e funções distintas. Também, a cidade é essencialmente algo não definitivo, não pode ser analisada como um fenômeno pronto e acabado, mas dinâmico, em movimento (CARLOS, 2007). Sobretudo porque a sociedade é dinâmica, o que faz o urbano mutável. Essa mutabilidade possui naturezas e ritmos variados, que complexos (CORRÊA, 2005).

A cidade deve ser pensada, considera Carlos (2007), na sua articulação com a sociedade global, levando-se em conta a organização política, a natureza e repartição das atividades econômicas e das classes sociais. O entendimento da cidade deve ser feito tendo como pano de fundo a sociedade urbana em processo de constituição, pois o espaço urbano é

produto, condição e meio do processo de reprodução da sociedade urbana (CARLOS, 2007) e também não urbana.

Há de se destacar, enquanto *reflexo da sociedade*, que o espaço urbano capitalista se caracteriza pela desigualdade, expressa, por exemplo, pelo acesso desigual aos recursos básicos e ou pelas diferenças locacionais das diversas atividades que se realizam na cidade (CORRÊA, 2005).

O urbano é também *condição social*. O condicionamento se dá através do papel que as obras fixadas pelo homem (as *formas espaciais*) desempenham na reprodução das condições e das relações de produção. Neste sentido Corrêa (2005, p. 149) nos apresenta, entre outros, os seguintes exemplos concretos:

(...) a existência de estabelecimentos industriais juntos uns dos outros, e realizando entre si vendas de matérias-primas industrialmente fabricadas, constitui-se, pelas vantagens de estarem juntos, em fator que viabiliza a continuidade da produção, isto é, a reprodução das condições de produção. O mesmo papel condicionante de reprodução das atividades terciárias se pode dizer do núcleo central da cidade e dos subcentros terciários.

A fragmentação e a articulação do urbano, seu caráter de reflexo e condição social são vivenciados e valorados de distintos modos pelos indivíduos. Logo, afirma Corrêa (2005), o urbano é também um *campo simbólico*, dotado de significados variáveis segundo distintas classes sociais, grupos etários, étnicos, etc.. Significados variáveis, vivenciados e valorados socialmente de distintos modos, podem ser, em geral o são, conflitantes. Assim, a cidade se faz cenário e objeto de conflitos, lutas sociais. Estas visam o direito à cidade e ou à cidadania. O urbano se converte em *campo de lutas* (CORRÊA, 2005).

O urbano para Carlos (2007), produzido através de uma sociedade de classes, também se estrutura enquanto *campo de lutas*, onde batalhas se travam num jogo político de forças sociais. Como história que se produz continuamente, o urbano se ergue a partir de contradições inerentes à sociedade. Contradições produzidas pelo desigual desenvolvimento das relações sociais, de dominação e subordinação, que geram inevitáveis conflitos e questionamentos sobre a cidade, enquanto seu parcelamento e mercantilização. “Questiona-se o exercício da cidadania e o direito à cidade. (...) No embate entre o que é bom para o capital e o que é bom para a sociedade hoje, o urbano se produz, a cidade se estrutura e ganha sua configuração” (CARLOS, 2007, p. 71).

A construção do urbano resulta, portanto, das relações sociais. É fruto dessas relações sociais o processo de urbanização. A urbanização, diz-nos Custódio (2005, p. 196), é: “(...) a síntese mais espetacular das interações entre as organizações socioeconômicas (a sociedade) e

o meio físico-natural (a natureza), realizada pelo trabalho social.” A urbanização representa a intensificação das relações sociais, econômicas e políticas, também a necessidade de infra-estruturas física e social que garantam atividades de produção, circulação, controle, decisão e de consumo da vida urbana, assim como, a reprodução dessas atividades. Projetadas, essas atividades se cristalizam como “linhas, pontos e áreas” no ecossistema, que assim transformado por elas e para elas (CUSTÓDIO, 2005).

À noção de urbano associamos à de ambiente e passamos a abordar o ambiente urbano. Não se têm, com isso, a intenção de exclusão de significados, com um conceito se sobrepondo ao outro com maior veemência, ao ponto de redimensionar, para menos, os significados de que ambos os termos gozam quando dissociados. Têm-se a intenção, com tal associação, de agregar significados.

Foi o que se fez, de certa forma, na Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente, realizada em Estocolmo em 1972, ao se incorporar o conceito de urbano ao conceito de ecossistema (em suma, entendimento das relações entre fauna, flora e os elementos abióticos). Surge, neste momento, o conceito de ecossistema urbano.

Para a ecologia social, a sociedade transforma o ecossistema natural, criando com a civilização urbana um meio ambiente urbano, ou seja, um novo meio, um novo ecossistema, ou melhor, um ecossistema urbano (uma totalidade de relações e de interações no seio de uma unidade tão localizável como um nicho: o aglomerado urbano) no ecossistema natural (MORIN, 1998; citado em COELHO, 2006, p. 23).

A intenção fundamental do conceito de ecossistema urbano, conforme Sobral (1996), citado em Custódio (2005, p. 196-197), foi a de se evidenciar três interações: “(...) 1. A urbanização envolve modificação do ambiente; 2. O ambiente físico ou natural pode influenciar as formas, as funções e o crescimento da cidade; 3. Há um constante feedback na cidade entre o homem, a cultura e o ambiente físico”. Para a ecologia social, conforme Coelho (2006, p. 34), a cidade é entendida enquanto: “um sistema aberto e complexo em que ordem e desordem (...) acham-se dialeticamente relacionadas”.

A utilização do termo ambiente urbano, diz-nos Fraissoli (2005, p. 54): “remete a uma nova perspectiva de abordagem urbana, alcançando não apenas as relações sociais de construção do espaço urbano, mas também toda a dinâmica ambiental, com objetos e processos do espaço natural.”

Na concepção de Rodrigues (1996), citado em Fraissoli (2005), o termo ambiente urbano abrange, sob vários aspectos, as cidades e os cidadãos, abarca as relações da vida

cotidiana numa possível articulação tanto com os objetos naturais quanto com os objetos construídos.

Entende Moreira (1999, p.2) o ambiente urbano:

[...] como relações dos homens com o espaço construído e com a natureza, em aglomerações de população e atividades humanas constituídas por fluxos de energia e de informação [...]; pela percepção visual e atribuição de significado às conformações e configurações da aglomeração; pela apropriação e fruição (utilização e ocupação) do espaço construído e dos recursos naturais.

Para Oliveira e Herrmann (2001), citados em Fraisoli (2005, p. 54), o ambiente urbano é “o espaço no qual se operam as transformações ambientais induzidas pela humanidade, criando contingências, estruturas e padrões que operam nas cidades e extrapolam seus limites”. As cidades influenciam e são influenciadas por dinâmicas para além de seus limites (político-administrativos).

A construção do ambiente urbano resulta, como já mencionado, das relações sociais, sobretudo, pensando em nossas relações, da valorização capitalista do espaço. A produção do ambiente urbano remete à articulação histórica entre sistemas sociais e ecossistemas. As sociedades humanas, no processo de organização de seus espaços, apropriam-se e transformam o ambiente por meio de suas relações sociais de produção e reprodução, instituindo, por novas formas e processos, um ambiente urbano.

O ambiente urbano se institui, portanto, a partir da transformação (transfiguração) da natureza no curso de gerações, na medida em que as relações sociais a transformam substancialmente em algo de interesse social, ou mesmo, de desinteresse social. Na edificação do ambiente urbano, por exemplo, transformam-se coberturas do solo, agregando-lhes valores de usos e trocas, retificam-se canais fluviais, cortam-se morros, aterram-se superfícies e se alterando formas, alteram-se processos, transformam-se aparentes ciclos ecológicos, induzindo-lhes novos ritmos, tempos, leis... Há de se destacar, assim o faz Seabra (1992), citado em Custódio (2005), que os aparentes ciclos ecológicos que operam no ambiente urbano, operam sobre condições históricas e sociais. Estas mesmas resultantes de como se combinaram as técnicas, os (des) interesses sociais, a ação dos diversos agentes modeladores que produzem e consomem o ambiente urbano.

2.1.3. Significando impactos ambientais urbanos

“A visão tradicional da natureza-objeto versus homem-sujeito parece ignorar que a palavra sujeito comporta mais de um significado: ser sujeito quase sempre é ser ativo, ser dono do seu destino. Mas o termo indica também que podemos ser ou estar sujeitos – submetidos – a determinadas circunstâncias (...) Eis aí o paradoxo do humanismo moderno: sua imperiosa necessidade de afirmar uma visão de mundo antropocêntrica, onde o homem é o reio de tudo, o faz esquecer o outro significado do termo “sujeito” – o sujeito pode ser o que age ou o que se submete. A ação tem a sua contrapartida na submissão” (GONÇALVES, 1989, p. 27).

A etimologia de impacto, *impāctus* do latim, indica ação de choque agressivo (violento). Dentre outras definições, impacto compreende a “[...] impressão ou efeito muito fortes deixados por certa ação ou acontecimento [...]” (HOUAISS, 2001, p. 1578), como os da urbanização, por exemplo?

Neste sentido ainda se formulam, de modo pouco crítico, concepções que relacionam concentração populacional a idéia de impacto ambiental urbano. Acredita-se que os seres humanos, ao se concentrarem num determinado espaço físico, aceleram inexoravelmente os processos de degradação ambiental. Outra opinião corrente associa as vítimas dos impactos ambientais urbanos enquanto as responsáveis, culpadas, pelos mesmos. Ambos os casos sustentam análises rasas, superficiais, que escamoteadoras (COELHO, 2001).

Na análise de impactos ambientais urbanos, além dos próprios conceitos que estruturam tal sentença: ambiente, urbano e impacto, os conceitos de “[...] equilíbrio, mudança e auto-organização são conceitos-chave que precisam ser permanentemente questionados” (COELHO, 2001, p. 29).

Ao se tratar de impactos ambientais urbanos, é usual se evocar a uma influência, que poderosa, exercida sobre o ambiente, tal qual, provoque o desequilíbrio, a perda de equilíbrio, do ecossistema. Sobre essa abordagem acreditamos importantes algumas ressalvas. Há que se reconhecer, na estruturação de impactos ambientais urbanos, a importância das noções de equilíbrio e desequilíbrio e há necessidade de se questioná-las. Para isso, relembremos as observações de Morin, citado em Gonçalves (1989, p.65):

[...] Cada ecossistema é organização espontânea que, baseado em suportes geofísicos deterministas e em seres geneticamente determinantes, faz-se a si mesmo, sem ser incitado ou obrigado por um programa, sem dispor de uma memória autônoma e duma computação própria, sem ser organizado e ordenado por um aparelho de controle, regulação, decisão, governo (MORIN, [s/d] citado em GONÇALVES, 1989, p. 65).

Ainda lembrando Morin, a natureza não é um ‘cosmos’ perfeitamente organizado e ordenado, todavia nem por isso um ‘caos’. Ela é um ‘caosmo’ (GONÇALVES, 1989).

Reflexões, a partir destas citações, estimulam-nos ousar afirmar que o ecossistema se estrutura na ausência de equilíbrio, rompendo-o, na maioria das vezes, de forma aparentemente sistemática.

Coelho (2001, p. 33) quem nos diz: “[...] Não há equilíbrio, há estado de relativa estabilidade, que é temporal [...]”. É através dessa noção de equilíbrio, estado de relativa estabilidade, que pensamos melhor possível se estabelecer, a partir de comparações de como priori, os limiares, em dimensões espaço-temporais, de um impacto ambiental urbano.

Outra ressalva, a noção de impacto ambiental urbano não se limita ao ecossistema, pois, fundamentalmente, articula-se ao social. A Resolução 001 de 23 de setembro de 1986, em seu Artigo 1º, promulgada pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e citada em Verdum & Medeiros (2002, p. 161), define legalmente (oficialmente) impacto ambiental como: “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que direta ou indiretamente afetem: I – a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II – as atividades sociais e econômicas; III – a biota; IV – as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V – a qualidade dos recursos ambientais”.

Todavia, usando-se da interpretação de Moreira (1999), essa definição legal (oficial) de impacto ambiental é muito ampla. Segundo premissas do autor, a caracterização de impacto ambiental não se dá por qualquer alteração nas propriedades do ambiente (físicas, químicas, biológicas, sociais...), mas sim por alterações, produzidas pelos homens e suas atividades (lemos sociedade), que promovam o rompimento das relações constitutivas do ambiente. A partir de então, acresce Moreira (1999, p.5), “[...] é preciso graduar ou qualificar o impacto ambiental”.

Considerando-se a complexidade das relações constitutivas do ambiente e, portanto, o que rompimento das mesmas, assim como a intenção de graduar ou qualificar o impacto ambiental; soam coerentes as observações de Munn (1979), citado em Verocai (2009, p. 234), ao assimilar impacto ambiental, em verdade, como um “[...] julgamento do valor da significância de um efeito [...]”, enquanto alteração ambiental de gêneses ou consequências antrópicas.

Neste sentido, o impacto ambiental pode assumir significados sociais variados, a partir da sua relação com valores de parâmetros quanti-qualitativos ambientais, estabelecidos espaço-temporalmente. Destacam-se, entre outros possíveis significados, o impacto ambiental: positivo (benéfico) e ou negativo (adverso); direto e ou indireto; local e ou regional; estratégico; imediato e ou a médio e longo prazo; temporário e ou permanente.

Convém ressaltar que um Impacto Ambiental pode ser paralelamente direto e indireto, assim como agregar simultaneamente outros significados, positivo e negativo.

Podemos pensar o impacto ambiental, também ao mesmo tempo, diz-nos Coelho (2001), enquanto “produto e produtor” de impactos. Como produto, age como novo elemento atuante, por vezes novo condicionante, do processo no seguinte momento. O impacto ambiental não é, portanto, apenas resultado, de uma determinada ação realizada sobre o ambiente, é também relação, de “mudanças sociais e ecológicas em movimento”. Como um “processo em movimento permanente”, em impactos ambientais, condições que se apresentam já não são as mesmas do início do processo, passam por mudanças: alterações e transformações espaços-temporais. “[...] Na produção dos impactos ambientais, as condições ecológicas alteram as condições culturais, sociais e históricas, e são por elas transformadas” (COELHO, 2001, p. 25).

“Impacto ambiental é, portanto, o processo de mudanças sociais e ecológicas causado por perturbações (uma nova ocupação e/ ou construção de um objeto novo) no ambiente. Diz respeito ainda à evolução conjunta das condições sociais e ecológicas estimulada pelos impulsos das relações entre forças externas e internas à unidade espacial e ecológica, histórica ou socialmente determinada. É a relação entre sociedade e natureza que se transforma diferencial e dinamicamente. Os impactos ambientais são escritos no tempo e incidem diferencialmente, alterando as estruturas das classes sociais e reestruturando o espaço” (COELHO, 2001, p. 24-25).

Compreender impactos ambientais requer o reconhecimento dos processos que os geraram e que, no seu próprio movimento, transformam-se. Se a cidade, retomando Carlos (2007), é a relação entre “o construído”, “o não construído” e “o movimento”, sob a ótica “social”, o que, nestas relações, podem se revelar no ambiente urbano enquanto impactos?

A cidade tem uma história. Impactos ambientais urbanos constituem-se ao longo do processo histórico. Sugere-se que, ao retratar impacto ambiental em suas pesquisas, o cientista proceda a partir de um registro histórico, fundamental na melhor compreensão de um processo, especialmente quando se intencionar o redirecionar por ações mitigadoras. Pois, ao retratar impacto ambiental em suas pesquisas, o cientista está analisando o estágio de um movimento que continuo (COELHO, 2001). Sobretudo, por essa razão que a noção de “auto-organização” se faz também uma noção-chave no estudo dos impactos ambientais. Após a ruptura de um determinado estado de relativa estabilidade, que promova mudanças, o ambiente poderá se “auto-organizar”, ou seja, conforme Morin (1998), citado em Coelho (2001, p.34): “(...) buscar sua auto-produção, auto-reprodução, auto-recuperação ou auto-multiplicação, desde que a taxa de reprodução seja superior à taxa de degradação”.

“[...] As mudanças sociais e ecológicas são marcadas por rupturas num contínuo, provocando uma desestruturação e uma reestruturação que deverá ser afetada por nova mudança. Somente através de pesquisa de acompanhamento sistemático voltada para a compreensão das estruturas e processos não planejados e de longa duração é que podem ser explicados os impactos” (COELHO, 2001, p. 24).

Entendemos que com tais pesquisas é possível refletir se determinado impacto, como a retificação de uma seção fluvial, ainda que com objetivos de remediar em curto prazo iminentes problemas ambientais, como inundações pontuais, não promoverá a médio e longo prazo gêneses catastróficas ambientais, perdas futuras irreparáveis frente aos ganhos momentaneamente obtidos. Essas premissas sustentam uma leitura de impactos ambientais urbanos que embasada nas concepções de planejamento, destacando-se as atividades de monitoramento. Impactos ambientais urbanos requerem planejamento, sejam eles especulações ou estejam eles instituídos.

Se o urbano nos apresenta possibilidades de “análises multivariáveis” (CORRÊA, 2005), então entendemos que dessa forma são possíveis as análises dos impactos ambientais urbanos. Se o urbano pode ser, ao mesmo tempo, “fragmentado e articulado, reflexo e condição social e campo simbólico de lutas” (CORRÊA, 2005), também desse modo pensamos os impactos ambientais urbanos.

Por exemplo, fragmentado pode ser, o impacto ambiental urbano, quando da sua repercussão espacial, pontual ou local. “Os problemas ambientais (ecológicos e sociais) não atingem igualmente todo o espaço urbano. Atingem muito mais os espaços físicos de ocupação das classes sociais menos favorecidas do que os das classes mais elevadas” (COELHO, 2001, p. 27). A distribuição espacial urbana se estrutura pela valorização do ambiente e, também, por sua desvalorização. A distribuição espacial das “classes sociais menos favorecidas”, dos grupos sociais excluídos dos mercados habitacionais formais, dá-se pela proximidade de leitos de inundação de canais fluviais, áreas de declividades acentuadas, suscetíveis aos desmoronamentos, proximidades das indústrias, de usinas termoeletricas, das vias de tráfego intenso, ou seja, sobre áreas insalubres e ou suscetíveis a riscos ambientais (COELHO, 2001).

Simultaneamente a fragmentação, o impacto ambiental urbano pode se valer da articulação, pois fragmentação e articulação são características complementares do ambiente urbano (CORRÊA, 2005). “[...] A compreensão dos processos ambientais requer um esforço permanente de articulação da micro, meso e macro escala de análise” (COELHO, 2001, p. 43). Impactos ambientais diretos e locais podem resultar em impactos indiretos e regionais. Obras de impermeabilização de cabeceiras de drenagem, de retificações ou intervenções infra-

estruturais em canais fluviais, na abertura de loteamentos urbanos, podem resultar a jusante as obras, sobre núcleos urbanos consolidados, significativas alterações no comportamento de regimes hídricos prévios. Pensando ainda a partir da abertura de loteamentos urbanos, considerando-os empreendimentos vultosos, esses podem redirecionar e redimensionar fluxos de veículos e pessoas, comprometendo a circulação, o “ritmo da vida, o ir e vir” (CARLOS, 2007) pelo urbano. E a articulação, desse modo, ganha um viés desarticulado, têm-se uma articulação desarticulada.

Articulados também estão impactos ambientais urbanos à “sociedade global” (CARLOS, 2007). A sociedade, no âmbito capitalista, tem como característica proeminente a desigualdade. “[...] a desigualdade constitui-se em característica própria do espaço urbano capitalista, refletindo, de um lado, a desigualdade social expressa no acesso desigual aos recursos básicos da vida e, de outro, as diferenças locacionais das diversas atividades que se realizam na cidade” (CORRÊA, 2005, p. 148-149).

Se o urbano é produto, condição e meio do processo de reprodução da sociedade, levando-se em conta a organização política, a natureza e repartição das atividades econômicas e das classes sociais (CARLOS, 2007), impactos ambientais urbanos também o são. Os impactos ambientais urbanos, enquanto fragmentados e articulados, são reflexos e condições sociais.

“A suscetibilidade dos solos à erosão correlaciona-se com as relações sociais [...] com o acesso das diferentes classes sociais às técnicas de conservação do solo” (COELHO, 2001, p. 28). A valorização ou a desvalorização ambiental, a insalubridade ou a suscetibilidade ao risco ambiental estão, para além dos condicionantes biológicos, químicos e físicos do ambiente, também pautadas em condições infra-estruturais, reflexos das condições econômicas e políticas, portanto, sociais.

A (re) produção das áreas de ocupações irregulares no ambiente urbano e seus impactos, através da ocupação de áreas de preservação ambiental permanente, por exemplo, são também reflexos de condições sociais diversas: podem ter origens na anuência ou na conivência da administração pública, desfalcada pela falta de recursos financeiros, de pessoal, pela corrupção, etc.; podem ter origens na demanda habitacional de grupos que, por imposições socioeconômicas, estão à margem do mercado imobiliário legal e ou também na demanda habitacional de grupos que, por possibilidades socioeconômicas, burlam legislações na intenção de desfrutes ambientais, de apropriação de ambientes valorizados por suas belezas cênicas. Desse modo, a condição social pode refletir imposições e ou possibilidades sociais.

Impactos ambientais urbanos são também “campos simbólicos”, podem ter significados variados, vivenciados e valorados de distintos modos por indivíduos ou grupos sociais. Por exemplo, um “lixão”, um depósito irregular de materiais descartados, por suas implicações quanti-qualitativas sobre a terra, ar ou água, ou mesmo pelos riscos que promove à saúde humana, oficialmente e amplamente reconhecido por seus aspectos negativos (adversos) ao ambiente, pode representar, para além do imaginário, o cotidiano de outros, um meio de sustento, de vida e, desse modo, agregar valores positivos (benéficos). Áreas de preservação ocupadas irregularmente podem, à margem dos entendimentos sobre adversidades, sequer serem reconhecidas enquanto impactos ambientais urbanos, podem ser reconhecidas como lares.

As diferentes valorações num mesmo caso, quando ativamente conflitantes, possibilitam-nos argumentar impactos ambientais urbanos como um “campo de lutas”. Enquanto para determinado segmento social um empreendimento, por seus impactos ambientais urbanos, pode representar possibilidades de desenvolvimento, para outro pode ter o peso do retrocesso. Se ambos os segmentos sociais estiverem organizados e mobilizados se tornarão impactos ambientais urbanos um “campo de lutas”, onde batalham se travam num jogo de forças sociais, econômicas e políticas.

“A busca por padrões sustentáveis de desenvolvimento urbano representa, sem dúvida, uma luta política pela reconstrução ou nova produção da cidade ou dos espaços urbanos em geral que requer um conhecimento da realidade que viabilize a emergência de soluções alternativas e sustentáveis para os problemas gerados no processo de mudanças sociais e ecológicas - impactos ambientais. (...) As políticas públicas, entre as quais a erradicação da pobreza ou a proteção do ambiente, por exemplo, são consideradas como resultado de uma luta entre interesses de classe, negociados pelo e com o Estado (Redclift, 1984). A maior equidade na alocação de recursos e de investimentos depende, quase sempre, da ampliação da representatividade dos grupos sociais” (COELHO, 2001, p. 40 - 41).

Portanto, os impactos ambientais urbanos são também sustentados por forças que emanam da organização social. “A compreensão de impactos ambientais, como processo, depende, sobretudo, de se compreender a história (não linear) de sua produção, o modelo de desenvolvimento urbano e os padrões internos de diferenciação social” (COELHO, 2001, p.35). “A história já demonstrou que não caminha necessariamente para frente”, lembra-nos Gonçalves (1989, p. 99) ao se referir as sociedades e aos seus progressos, dum ponto de vista crítico-histórico.

Também, impactos ambientais urbanos podem ter gêneses, conseqüências e articulações intra, inter urbanas, assim como, não urbanas, rurais. Para além dos seus limites,

o urbano é parte de uma “dinâmica global” (COELHO, 2001). Há de se reconhecer o urbano enquanto “sistemas abertos” (COELHO, 2001). O reconhecimento desta possibilidade pode evidenciar: “[...] importantes componentes na compreensão dos processos de longo alcance que influenciam os processos locais de mudanças sociais e ecológicas” (COELHO, 2001, p. 36). Áreas de ocupação irregular no ambiente urbano, já tomadas como exemplo, podem ser reflexos das “condições sociais”, ou da falta de, no campo.

Essa “dinâmica global” (COELHO, 2001), fruto da “sociedade global” (CARLOS, 2007), faz o urbano “mutável” (CORRÊA, 2005). Impactos ambientais urbanos são dinâmicos e mutáveis. Esse dinamismo e mutabilidade possuem naturezas e ritmos inúmeros. Portanto, buscar compreender impactos ambientais urbanos requer aceitar que não são generalizáveis (COELHO, 2001), exigem estudo de caso, interrogando sistematicamente o que, por natureza, sistemático não é.

Na busca pelo entendimento dos impactos ambientais urbanos não se faz suficiente apenas à referência às variáveis de ordem ecológica, como: geológicas, solos, relevos, climas, recursos hídricos, fauna, flora, etc.; ou variáveis de ordem sócio-cultural, como: históricas, populacionais, socioeconômicas, infra-estruturais, político-institucionais, culturais, etc. As descrições, ainda que baseadas em estudos exaustivos e aprofundados, de variáveis ecológicas ou sócio-culturais de forma fragmentada, estanque ou não articulada, resultam num estudo intelectualmente passivo. Faz-se necessário relacionar tais variáveis, ou ainda outras, na busca pelo melhor entendimento dos impactos ambientais urbanos.

Melhores apreensões de impactos ambientais urbanos primam pela compreensão de processos ambientais, através de análises multidimensionais (biofísico-químicas, político-sociais, socioculturais, espaço-temporais, etc.) articuladas. “(...) o caráter ambiental de impacto deve ser compreendido no seu sentido mais amplo, que reúne ao mesmo tempo e de forma inseparável o físico, biológico, químico, social, político e cultural” (COELHO, 2001, p. 42).

A urbanização e a emergência dos impactos ambientais exigem, dos estudiosos desta temática, considerar pesos diferenciados aos prováveis fatores ambientais envolvidos, assim como, considerar que esses pesos atribuídos são variáveis; pois se buscando conceber impacto ambiental urbano como “processo contínuo” (COELHO, 2001), faz-se importante lembrar que condições ambientais, que resultam impactos, operam se reorganizando espaço-temporalmente.

Impactos ambientais urbanos, para além das proposições elementares, não são evidentes, exigem reflexões mais profundas. “Os impactos ambientais são mudanças de

relações ecológicas e sociais que precisam ser interrogadas incessantemente. Com o objetivo de captar o não-evidente, é preciso indagar das mudanças e da capacidade auto-organizativa dos sistemas urbanos abertos” (COELHO, 2001, p. 29).

Tais mudanças, identificações de rupturas nos “estados de relativa estabilidade”, frente à “capacidade auto-organizativa” dos “sistemas urbanos abertos”, levam-nos, invariavelmente, a um pensar sobre limites. “Talvez o necessário seja que todos os que se interessam pela ecologia afirmem com veemência – com todas as implicações daí decorrentes – que a sociedade tem limites na sua relação com os outros seres orgânicos e inorgânicos [...]” (GONÇALVES, 1989, p. 98). Mas quem, por direito, determina esses limites? Quem, em nome do que ou de quem, terá o poder de impor esses limites? (GONÇALVES, 1989).

Os gregos, na Grécia antiga, originalmente chamavam “polis” ao muro que demarcava, delimitava, a cidade do campo. Em seguida “polis” passou a designar o que estava contido intramuros. Cidadão era aquele que podia participar, por direito, das discussões sobre os destinos da “polis”. Democracia quando todos os cidadãos governavam e auto defendiam esses limites, usando dos seus direitos, que vedado aos escravos e mulheres. Posteriormente, aqui damos um salto pela história, as revoluções burguesas estenderão os direitos de cidadania, não distinguindo como os gregos cidadãos de escravos, ao afirmar que todos são iguais perante a lei. Nos quadros da sociedade burguesa, a partir da qual se estrutura nossa sociedade capitalista, permanece a interrogação acerca de quem definirá os limites, o que, tal como na Grécia antiga, coloca-nos no cerne da política, da arte de definir os limites (GONÇALVES, 1989).

Os discursos políticos que definem limites, ao se tratarem das questões ambientais, perpassam pelo uso racional dos recursos ambientais. Mas como lembra Gonçalves (1989, p. 138), “[...] é preciso ficar atentos para as múltiplas conseqüências que a palavra racional evoca. Mesmo a razão técnica e científica não é a razão no seu todo.” Uma das conquistas da “modernidade” é o reconhecimento de que não só a nossa relação com a natureza deve ser regida de modo racional, mas também as relações sociais (GONÇALVES, 1989).

Como jogo de forças sociais, de interesses diversos, sobretudo econômicos, impactos ambientais urbanos requerem um traçar limites, portanto, um pensar político, discussões políticas, que se esperam promovidas democraticamente. A questão ambiental é também uma questão política, essencialmente política, e, por isso, a legalidade dos impactos ambientais urbanos deve ser constantemente questionada e, pelo dito e não dito, relativizada.

2.1.4. Ambiente; Urbano; Impacto - Impacto ambiental urbano: significados possíveis

A natureza foi e para muitos ainda é, em nossa sociedade, um objeto a ser dominado por um sujeito, o homem. Os estudos de impactos ambientais urbanos nos levam a questionar esse paradoxo “objeto-sujeito”. Não somos sujeitos apenas por nossas ações impactantes, mas também estamos, por elas, sujeitos através de nossas submissões. Impactos ambientais nos fazem lembrar, geralmente de modo penoso, que estamos sujeitos a eles. Impactos ambientais urbanos resultam em “sermos” e/ ou “estarmos” sujeitos, o que significa que não necessariamente ambos e, aí, faz-se necessário refletir criticamente, captar o “não evidente” (COELHO, 2001). Lembra-nos Gonçalves (1989) que nem todos os homens são proprietários da natureza, aliás, são alguns poucos que dela verdadeiramente se apropriam.

As considerações apresentadas sobre o ambiente permitem-nos reconhecê-lo como um conceito abrangente e por isso dotado de aplicações relativas. O conceito de ambiente é flexível. Essas observações, para alguns, soam negativas. Para nós, tais observações remetem à possibilidade de múltiplas articulações teórico-metodológicas que podem nos aproximar da complexidade organizacional do espaço geográfico.

O ambiente, um meio, que inteiro, feito de partes na estruturação de um todo, é acepção de processos evidentes e não evidentes, que relacionais e de naturezas diversas, por vezes antagônicas e ainda assim complementares. O ambiente é o reconhecimento de gêneses, funções, transformações, transfigurações e materializa a história das causas, num espaço particular que, articulado a outros, (re) produz dinâmicas no tempo. O ambiente é fixo e fluxo, matéria e energia, movimentos, significados entre orgânicos e inorgânicos, que, sobretudo, dotados de valores instituídos economicamente, socioculturalmente e ou politicamente.

Por sua vez, o ambiente que se quer urbano, o ambiente urbano, edifica-se através das relações sociais, por formas e processos instituídos, alterados e ou dinamizados pelas técnicas, numa relação entre o construído e o não construído, que se faz por movimentos diversos. O ambiente urbano é, reafirmando, fragmentado e articulado, campo simbólico, de lutas e, sobretudo, reflexo e condição social. O ambiente urbano se concretiza por momentos históricos de transformações combinadas, sociais e ecológicas, particulares e gerais, as quais modificam permanentemente o ambiente, impactando-o, moldando-o urbano. Ainda assim, o urbano contém e esta contido nas múltiplas dimensões do ambiente.

Na relação entre o construído, o não construído e o movimento, sob a ótica social, o que, nestas relações, reconhecer no ambiente urbano enquanto impactos? Compreender impactos ambientais urbanos requer o reconhecimento dos processos que os geraram e que, no seu próprio movimento, transformam-se. A cidade tem uma história. Impactos ambientais

urbanos constituem-se ao longo do processo histórico. Se o ambiente urbano pode ser, ao mesmo tempo, fragmentado e articulado, reflexo e condição social e campo simbólico de lutas, também desse modo pensamos os impactos ambientais urbanos. O que nos leva ao reconhecimento de possibilidades, num mesmo impacto ambiental urbano, de significados sociais diversos. Impactos ambientais urbanos são constituídos por julgamentos de valores de significâncias de efeitos perturbadores, de gêneses ou conseqüências antrópicas, no urbano ou para além, no ambiente, que, na promoção de mudanças ecológicas e/ ou sociais, coloquem em questão estados de auto-organização e/ ou de relativa estabilidade ambiental.

A apreensão de impactos ambientais urbanos prima pela compreensão de processos ambientais através de análises multidimensionais (biofísico-químicas, político-sociais, socioculturais, espaço-temporais, etc.) articuladas. A urbanização e a emergência dos impactos ambientais exigem, dos estudiosos desta temática, considerar pesos diferenciados aos prováveis componentes ambientais envolvidos, assim como, considerar que esses pesos atribuídos são variáveis, pois se buscando conceber impacto ambiental urbano como “processo contínuo” (COELHO, 2001), faz-se importante lembrar que condições ambientais, que resultam impactos, operam se reorganizando espaço-temporalmente. Impactos ambientais urbanos são dinâmicos e mutáveis. Esse dinamismo e mutabilidade possuem naturezas e ritmos inúmeros. Portanto, buscar compreender impactos ambientais urbanos requer aceitar que não são generalizáveis (COELHO, 2001), exigem estudo de caso, interrogando sistematicamente o que, por natureza, sistemático não é.

Os impactos ambientais urbanos são também sustentados por forças que emanam da (des) organização social, enquanto produtos, meios de reprodução, condições da sociedade. Como jogo de forças sociais, de interesses diversos, sobretudo econômicos, impactos ambientais urbanos requerem um pensar político, discussões políticas, que se esperam promovidas democraticamente. A questão ambiental é também uma questão política, essencialmente política, e, por isso, a legalidade dos impactos ambientais urbanos deve ser constantemente questionada e relativizada; também por outros ditos e não ditos. Assim, finalizando, reiteramos nossas considerações introdutórias, de que não se tem a pretensão de últimas palavras. Intencionamos, nesta abordagem, ainda que tenhamos feito menção a “limites”, não definir e sim dar significados e importância a impactos ambientais urbanos, significando-os.

2.2. Mapeamento geomorfológico de detalhe: um breve histórico, os conteúdos de abordagem e as tendências no seu fazer

2.2.1. Breve histórico dos esforços de padronização internacional da cartografia geomorfológica de detalhe

As primeiras abordagens de cartografia geomorfológica, que incorporaram elementos dos contemporâneos mapeamentos de detalhe do relevo, são reconhecidas como do início do século XX: em 1912, no trabalho intitulado “*Geomorphologische Karte der Umgebung von Thale nach eine neue Methode auf Grund eigener Beobachtungen dargestellt*”, Gehne apresentou através de documento cartográfico as características morfográficas, a estrutura do substrato e da morfologia (evidenciando formas de relevo e sua gênese) do entorno de Thale na Alemanha. Dois anos passados, em 1914, Passarge publicou o “*Morphologischer Atlas. Lieferung I: Morphologie des Messtischbattes Stadtrenda*” que, estruturado por oito cartas na escala de 1:50.000, evidenciou topografia e vegetação, gradientes de declive da superfície (em cinco classes), formas dos vales, estratigrafia, petrografia, resistência física, resistência química e desenvolvimento do relevo. O atlas morfológico de Passarge (1914) é reconhecido, por muitos pesquisadores, como primeiro trabalho de expressão a ser pensado como um mapa geomorfológico de detalhe (GUSTAVSSON, 2005).

Durante as décadas de 1920, 30 e 40 vários trabalhos relacionados à cartografia geomorfológica foram realizados, mas somente após a Segunda Guerra Mundial que se inicia uma mobilização na tentativa de padronização internacional de apresentação destes documentos. A Segunda Guerra Mundial faz avançar, por necessidades políticas e militares latentes, interesses num melhor reconhecimento dos territórios e de seus atributos físicos, e, para isso, promove-se o desenvolvimento de tecnologias, dentre outras, as relacionadas ao sensoriamento remoto, sobretudo, neste momento, relacionadas às fotografias aéreas. Com o fim da Segunda Guerra, aos poucos, essas novas tecnologias vão sendo incorporadas aos trabalhos acadêmicos e, do mesmo modo, apesar da Guerra-Fria, emergem-se cenários mais favoráveis para atividades de intercâmbios (KLIMASZEWSKI, 1982; HAYDEN, 1986).

São nas décadas de 1950 e 1960, de acordo com Pavlopoulos; Evelpidou & Vassilopoulos (2009), quando a geomorfologia se desenvolve voltada para análises fisiográficas da superfície terrestre, que o mapeamento geomorfológico se transforma numa das principais ferramentas da pesquisa geomorfológica.

Durante o 18 ° congresso da *International Geographical Union (I.G.U.)*, no Rio de Janeiro em 1956, H. Annaheim e M. Klimaszewski apresentaram cada um, suas propostas para produção de mapas geomorfológicos. A necessidade de maiores reflexões sobre essa temática resultou na criação, pela *I.G.U.*, de uma subcomissão para assuntos relacionados a mapeamentos geomorfológicos. Durante o 19° congresso da *I.G.U.*, em Estocolmo, oito artigos sobre mapeamentos geomorfológicos foram apresentados e avaliados. Os mapas nestes artigos, que elaborados em centros de estudos da Suíça, URSS, Polônia, França, Checoslováquia, Japão, Bélgica e Hungria, ainda diferiam significativamente em seus conteúdos e suas formas de representação, o que levou a subcomissão para assuntos relacionados a mapeamentos geomorfológicos formalizar as tarefas de: introduzir e fomentar na geomorfologia discussões sobre métodos para mapeamento geomorfológico; instigar adoção de princípios e sistemas uniformes de estruturação para mapas geomorfológicos, a fim de possibilitar comparabilidades; dar aos mapeamentos geomorfológicos um caráter mais pragmático, a fim de que estes pudessem contribuir na promoção do desenvolvimento das economias nacionais, orientando utilizações mais racionais do ambiente. Neste sentido, ao mapa geomorfológico, juntamente com outros mapas temáticos, como geológicos, hidrográficos, etc., caberia a função de embasar políticas de planejamento econômico, fossem elas locais e ou regionais (KLIMASZEWSKI, 1982).

A fim de realizar as tarefas formalizadas, diversos artigos foram redigidos e várias sessões de debates organizadas pela subcomissão de mapeamento geomorfológico da *I.G.U.* ao decorrer da década de 1960, como na Polônia em 1962, na França em 1962 e 1963, na Grã-Bretanha em 1964, na Checoslováquia em 1965, na Bélgica em 1966 e na URSS em 1967. Durante a sessão realizada na Polônia em 1962, em Cracóvia, os participantes, que representantes de 15 países, acordaram princípios de preparação dos mapas geomorfológicos de detalhe (KLIMASZEWSKI, 1982).

Os princípios de preparação do mapa geomorfológico de detalhe, acordados pela subcomissão de mapeamento geomorfológico da *I.G.U.*, instigaram a aproximação e cooperação entre duas diferentes tendências metodológicas que se desenvolviam na construção dos mapas geomorfológicos, até então, na Europa. Uma tendência superestimava os elementos litológico-estruturais, enquanto a outra os subestimava (RUDBERG, 1979 *apud* GUSTAVSSON, 2005). Tricart (1965) chama atenção para esses pontos de vistas incompatíveis, considerando que, nestes moldes, negligenciam as relações dialéticas entre a estrutura e o jogo das forças externas.

The French, Czechoslovakian and Hungarian geomorphological maps at the time were based on lithological-structural elements which gave much information about the relationship between the landforms and the substratum but were almost useless in the reconstruction of the development of the landscape. The Polish, Russian, Rumanian and German geomorphological maps, on the other hand, were based on the landforms, which gave much information about character and development of the relief but did not show the relationship with the geological structure (TRICART, 1965; *apud* GUSTAVSSON, 2005, p. 09 -10).

As diferentes tendências metodológicas se explicam, sobretudo, pelas diferentes peculiaridades do relevo nos países europeus e, também por essas peculiaridades, pelos diferentes modos com que se deu o desenvolvimento da pesquisa geomorfológica nesses países (RUDBERG, 1979 *apud* GUSTAVSSON, 2005).

Ao decorrer e a partir das sessões de debates, organizadas pela subcomissão da *I.G.U.*, uma equipe de pesquisadores reuniu esforços para padronização da legenda dos mapas geomorfológicos de detalhe apresentados entre as escalas de 1:25.000 a 1:50.000. Pensou-se sobre cores e símbolos para as diferentes formas geomorfológicas de distintas dimensões, gêneses e idades que verificadas nas representações gráficas. Esta legenda foi submetida ao congresso da *I.G.U.* na Índia, em Nova Délhi, no ano de 1968 e também publicada pela Academia de Ciências Polonesa (*Polska Akademia Nauk*), em Cracóvia no também ano de 1968, como “*Project of the Unified key to the detailed geomorphological map of the World*”. A legenda evidencia representações e explanações em cinco idiomas (inglês, russo, francês alemão e polonês) de 500 símbolos, de formas geomorfológicas, para mapas geomorfológicos de detalhe (KLIMASZEWSKI, 1982; GUSTAVSSON, 2005).

Quando do congresso da *I.G.U.* em Nova Délhi (1968), a Subcomissão de mapeamento geomorfológico foi renomeada como Comissão de Investigação e Mapeamento Geomórfico (*The Commission of Geomorphic Survey and Mapping*). A comissão elencou como principais tarefas, considerando-se os ensaios previamente realizados, a elaboração de um manual detalhado de mapeamento geomorfológico e a concepção de uma legenda para a criação de um mapa geomorfológico internacional da Europa, na escala de 1: 2.500.000. A legenda, produzida em colaboração com vários geomorfólogos de diferentes países europeus, foi publicada em 1971 no trabalho intitulado “*Legend to the International Geomorphological Map of Europe (1: 2.500.000)*”, organizado por Bashenina *et. al.* O manual, uma compilação de artigos escritos por 20 geomorfólogos, foi publicado em 1972 no trabalho intitulado “*Manual of Detailed Geomorphological Mapping*”, organizado por Demek, Embleton, Gellert, & Verstappen. Ambos os trabalhos foram publicados pelo Instituto de Geografia da Academia de Ciências da antiga Checoslováquia, em Praga. O primeiro dos 16 mapas

projetados, que integram o mapa geomorfológico internacional da Europa, num trabalho que também textual, foi publicado em 1984, em Londres na Inglaterra, como “*Geomorphology of Europe*” e organizado por Embleton. (KLIMASZEWSKI, 1982; HAYDEN, 1986; GUSTAVSSON, 2005).

Paralelamente, o *International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences (ITC)*, cediado na Holanda, concluiu e publicou em 1968, através de Verstappen & Van Zuidam, o trabalho “*ITC textbook of Photo-Interpretation, VII:2 – ITC system of geomorphological survey*”, em seguida, em 1970, Verstappen publicou o “*Introduction to the ITC system of geomorphological survey*”. Os trabalhos publicados divulgam sistemas de mapeamentos geomorfológicos próprios, para escalas de representações variadas, mas cujos conteúdos estabelecem relativa identificação com os propostos pela *I.G.U.* (GUSTAVSSON, 2005).

Desde o início dos trabalhos de cooperação fomentados pela *I.G.U.*, reconhece-se nas produções cartográficas europeias que a seguem, em relação à construção dos mapas geomorfológicos de detalhe, maior comparabilidade dos mesmos no item conteúdo, todavia, ainda são significativas as diferenças no modo como são apresentadas as informações (KLIMASZEWSKI, 1982; BARSCH *et. al.*, 1987; KLIMASZEWSKI, 1990; TEN CATE, 1990 apud GUSTAVSSON, 2005).

No trabalho “*Development of a Detailed Geomorphological Mapping System and GIS Geodatabase in Sweden*”, apresentado por Gustavsson (2005), aborda-se, no capítulo 2, uma variedade de sistemas de mapeamentos geomorfológicos, que desenvolvidos a partir da década de 1960, destacando-se seus modos de construções, representações, abordagens e ou aplicações, assim como, em alguns casos, correlações entre os sistemas que reconhecidos pelo autor. Baseado no artigo de Gilewska (1967), intitulado “*Different methods of showing the Relief on the Detailed Geomorphological Maps*”, Gustavsson (2005) apresenta as similaridades e as muitas diferenças entre os sistemas de mapeamento geomorfológico Francês (desenvolvido por Tricart), Húngaro (desenvolvido pelo Instituto Acadêmico Húngaro de Ciências), Soviético (desenvolvido por Bashenina) e Polonês (desenvolvido por Klimaszewski). Gustavsson (2005) também aborda características dos trabalhos desenvolvidos pela *I.G.U.*, pelo *ITC*, pelo Sistema Alemão GMK (1976 – 1985), Britânico (1990), entre outros sistemas de mapeamento geomorfológico, que considera como mais difundidos.

A partir da década de 1970 vários mapas geomorfológicos de detalhe, com escalas entre 1:10.000 e 1:25.000, foram e estão sendo construídos em diferentes continentes e não há, passado quase um século desde as primeiras produções geomorfológicas de detalhe

reconhecidas, aceite internacional institucionalizado de simbologias, formas e, inclusive, de conteúdos nas representações cartográficas geomorfológicas, o que pode fazer de dois ditos mapas geomorfológicos de detalhe produções incomparáveis. Não existe um modelo de mapa geomorfológico de detalhe (KLIMASZEWSKI, 1982; BARSCH *et. al.*, 1987; KLIMASZEWSKI, 1990; TEN CATE, 1990 *apud* GUSTAVSSON, 2005). Há uma proliferação de diferentes legendas cartográficas enunciadas como geomorfológicas, nos diz Hayden (1986), que indicam o uso de metodologias variadas e focadas em abordagens particulares, locais, nacionais ou regionais, despreocupadas com os requisitos enumerados pela *I.G.U.*.

Em 1989, resultante da Segunda Conferencia Internacional de Geomorfologia, realizada em Frankfurt na Alemanha, foi fundada a *International Association of Geomorphologists/ Association Internationale des Géomorphologues (IAG/AIG)*. A *IAG/ AIG* é uma organização científica, que filiada ao *International Council for Science*, a *I.G.U.* e a *International Union of Geological Sciences*, é uma organização não-governamental e sem fins lucrativos, cujos principais objetivos são o desenvolvimento e a promoção da geomorfologia como ciência, através de cooperações internacionais. A fim de cumprir com seus objetivos, a *IAG/AIG* trabalha na organização periódica de conferências, abre espaços para publicações, fomentando intercâmbios e grupos de trabalho, dentre os quais, o *Working Group on Applied Geomorphological Mapping (AppGeMa)* (*IAG/ AIG*, 2009).

O grupo de trabalho *AppGeMa* da *IAG/ AIG* instituiu como principais metas: desenvolver e aprofundar as bases teóricas do mapeamento geomorfológico aplicado; desenvolver padrões, procedimentos de mapeamento e sistemas de legenda para diferentes aplicações e escalas; divulgar a importância e eficácia do uso do mapeamento geomorfológico como uma ferramenta básica, de auxílio, aqueles que trabalham com questões ambientais; ser uma ponte entre geomorfólogos e outras comunidades científicas e profissionais (*AppGeMa*, 2009).

Além das principais metas, o grupo de trabalho *AppGeMa* da *IAG/ AIG* enuncia os seguintes resultados gerais esperados: o desenvolvimento de estudos sistemáticos e comparativos de diferentes metodologias e aplicações cartográficas; o desenvolvimento de diferentes sistemas de legenda, de acordo com as diferentes aplicações e escalas dos mapas geomorfológicos; o estabelecimento de diálogos com outros grupos de trabalho da *IAG/ AIG*, a fim de lhes dar suporte nas atividades de mapeamentos requeridas; as promoções de intercâmbios inter-profissionais das experiências de mapeamento geomorfológico aplicado e de corretos procedimentos de mapeamento entre não-especialistas (*AppGeMa*, 2009).

Também intenciona o grupo de trabalho *AppGeMa* da *IAG/ AIG*, de modo mais específico: o colecionamento de artigos e capítulos de livros, com contribuições de diferentes escolas, línguas e países, sobre mapeamentos geomorfológicos aplicados e suas traduções para o inglês, francês e espanhol; o colecionamento de mapas geomorfológicos para servirem de referência aos estudos do grupo de trabalho; a criação de um *web-site* e de uma lista de correios eletrônicos, como fóruns de discussões entre interessados pela temática; a construção de uma legenda geomorfológica padronizada para ser usada em *software* de SIG; a construção de um glossário de termos restritos e relacionados ao mapeamento geomorfológico; a construção de um *state-of-the-art volume*, a ser redigido por especialistas, sobre a aplicação do mapeamento geomorfológico em fins específicos; a promoção de sessões específicas de trabalho nas conferências da *IAG/ AIG* e de cursos periódicos, a fim de disseminar o conhecimento, a importância e o uso dos mapas geomorfológicos (AppGeMa, 2009).

É no grupo de trabalho *AppGeMa* da *IAG/ AIG*, com a extinção da *Commission of Geomorphic Survey and Mapping* da *I.G.U.*, que se parece reunir os mais recentes esforços de tentativa de padronização internacional da cartografia geomorfológica em diferentes escalas, portanto também de detalhe.

2.2.2. Os princípios de preparação dos mapas geomorfológicos de detalhe acordados pela IGU: considerações a cerca

Como enunciado no tópico anterior, foram organizadas várias sessões de debates ao decorrer da década de 1960, sobretudo relacionadas à normatização e aplicação dos mapeamentos geomorfológicos de detalhe, a fim de se concretizar as tarefas enunciadas pela então subcomissão de mapeamento geomorfológico da I.G.U.

Já em 1962, durante a sessão realizada na Polônia, em Cracóvia, os participantes, que representantes de 15 países, acordaram os princípios de preparação dos mapas geomorfológicos de detalhe: (a) recomendou-se o uso de fotointerpretação e, impreterivelmente, das atividades de campo na estruturação dos mapeamentos geomorfológicos; (b) mapas geomorfológicos de detalhe compreenderiam escalas de representação da ordem de 1:1 a 1:100.000, pois em tais escalas o relevo e suas peculiaridades poderiam ser adequadamente representados; (c) um mapa geomorfológico de detalhe deveria apresentar uma “visão completa do relevo”, possibilitando ao usuário análises das características, da reconstrução do seu passado e de prognósticos, das tendências de desenvolvimento do relevo. O mapa informaria sobre distribuição e correlação de formas,

tamanho, gênese e idade, portanto, incluiria dados morfográficos, morfométricos, morfogenéticos e morfocronológicos na sua composição; (d) as formas investigadas deveriam ser representadas no mapa em escala, por meio de simbologias coloridas; (e) os dados litológicos deveriam ser marcados com símbolos especiais, preferencialmente no fundo do mapa; (f) a legenda deveria ser arranjada em ordem genético-cronológica (DEMEK *et. al.* 1972 *apud* GUSTAVSSON, 2005; KLIMASZEWSKI, 1982).

São seis, portanto, os princípios de preparação enunciados no início da década de 1960 na estruturação dos mapeamentos geomorfológicos de detalhe. Sobre esses princípios, sobretudo relativos à escala, conteúdos de abordagem e legenda, traçamos algumas considerações.

O uso de fotografias aéreas e de fotointerpretações permitem visões sinóticas da área a ser mapeada e, pela possibilidade de estereoscopia, uma visão tridimensional do modelado em análise. As atividades de campo permitem checar, enquanto verdades terrestres, os elementos identificados através das fotointerpretações, além, evidentemente, de se experimentar a partir do ambiente que se quer representado graficamente.

A escala, no mapeamento geomorfológico, assim como em outras representações cartográficas, tem um papel crucial na determinação dos objetos a serem representados. A questão do detalhamento ou generalização dos conteúdos é dependente da escala de levantamentos e da escala de representações. (RODRIGUES, 1997; CASSETI, 2006).

Conforme Cailleux & Tricart (1956), *apud* Casseti (2006e), os mapas geomorfológicos em grande escala, como em 1:5.000 ou 1:10.000, por exemplo, são capazes de registrar formas de fenômenos de algumas dezenas de metros de dimensão. É possível a representação de lóbulos de solifluxão, campos de lapiás, boçorocas, etc.. “(...) Since different scales permit different details of information, further subdivision of the classes can be made based on their amount and type of information” (DEMEK & EMBLETON, 1978; *apud* GUSTAVSSON, 2005, p. 12). Nesse sentido, afirma-nos Casseti (2006e, p.03): “a escala da representação é que permitirá definir o grau de complexidade do fenômeno observado”.

Por sua vez, lembra-nos Ross (2007) e Florenzano (2008), a escolha da escala do mapeamento geomorfológico é determinada pela resolução dos dados de sensores remotos disponíveis, realização de trabalho de campo, disponibilidade de dados de outras fontes, características da área de estudo (textura topográfica) e objetivos do mapeamento. Na escala de 1:10.000 pode ser possível no mapeamento de uma cicatriz de escorregamento, por exemplo, além da indicação de sua localização e dimensão, representação de formas, feições em relativo detalhe, com significativa precisão.

Enunciados anteriormente, os dados morfométricos, morfográficos, morfogenéticos e morfocronológicos foram instituídos enquanto elementos ou conteúdos de abordagem na composição dos mapeamentos geomorfológicos de detalhe definidos pela I.G.U. Mas do que se tratam tais dados?

A Morfometria é o estudo de caráter quantitativo voltado às formas de relevo (GUERRA & GUERRA, 2006; PAVLOPOULOS, EVELPIDOU & VASSILOPOULOS, 2009). As informações morfométricas correspondem aos dados de valores mensuráveis matematicamente, que obtidos a partir das cartas topográficas, outras formas de levantamentos e ou mesmo gerados a partir de informações contidas nestes documentos. Tratam-se de dados morfométricos, exemplificando-se, informações relativas às curvas de nível, as hipsometrias, aos perfis topográficos, às declividades das vertentes, as dimensões inter fluviais, à dissecação do relevo, etc. (CASSETI, 2006e; ROSS, 2007).

No artigo “Análise morfométrica das bacias hidrográficas”, Christofolletti (1969) nos apresenta uma síntese que reúne índices e parâmetros sugeridos nos estudos morfométricos, em abordagem areolar, linear e altitudinal. Embora aplicados no estudo das bacias de drenagem, tais índices e parâmetros sugeridos podem balizar definições de representações morfométricas pertinentes aos anseios geomorfológicos cartográficos.

A fim de se evitar a sobrecarga de informações no mapa geomorfológico, inviabilizando sua leitura, Casseti (2006e) sugere que parte das informações morfométricas, como relativas às declividades das vertentes, a hipsometria, dentre outras, ainda que estruturam a legenda do mapa geomorfológico, sejam representadas cartograficamente à parte, em mapas específicos.

As Informações morfográficas correspondem às informações relativas à aparência, à forma e ou à geometria dos elementos do relevo (PAVLOPOULOS, EVELPIDOU & VASSILOPOULOS, 2009). Correspondem às informações descritivas ou representações das formas de relevo que, de acordo com Casseti (2006e), nas representações de detalhe, em geral, sintetizadas enquanto formas de agradação e ou de degradação. Também para Ross (2007), nos mapas geomorfológicos de escalas maiores, portanto de detalhe, assumem maior significado as representações das formas esculturais. Exemplificando-se, como formas de degradação: as formas resultantes de erosão diferencial, as escarpas de falha ou mesmo as feições erosivas lineares, como as ravinas e boçorocas; etc.. Como formas de agradação: as planícies flúvio-lacustres, os terraços fluviais, os colúvios pedogenizados, etc..

Na representação simbólica e respectiva nomenclatura dos dados morfográficos, Ross (2007) destaca a importância, além da apresentação das tipologias de relevo, sempre que possível, da indicação de sua origem, como, por exemplo, a indicação de escarpa de falha ao

invés de simplesmente escarpa. De acordo, Coltrinari (2008) enuncia que a morfografia diz respeito à representação das formas conforme sua morfologia, que decorre de sua gênese. Também para Caseti (2006e) os aspectos morfográficos se encontram estreitamente atrelados aos morfogenéticos e, desse modo, na representação cartográfica do relevo, as formas devem figurar, o quão possível, evidenciando suas origens ou gêneses.

As informações morfogenéticas, em Santos (1990), citando Tricart (1970), são destacadas enquanto dados estruturais, relativos ao contexto geológico no qual as formas de relevo se desenvolveram: o tipo de estrutura regional (maciço antigo, bacia sedimentar, etc.), a rocha (variedade dos grandes tipos litológicos) e a tectônica (dobras, falhas, fraturas, etc.). De acordo com Caseti (2006e); Ross (2007) e Coltrinari (2008) as informações morfogenéticas, além de ensaios morfoestruturais são também ensaios morfoesculturais que, em significativa interface as informações morfográficas, atentam aos principais processos responsáveis pela origem das formas representadas, embasando-se em estudos integrados de elementos ambientais numa perspectiva temporal geológica. Neste sentido, a fim de ilustrar, cita-se o exemplo dado por Caseti (2006e, 03):

“(...) as superfícies erosivas associadas a processo de aplainamento devem conter referências ao processo de pediplanação, identificando a gênese ligada ao recuo paralelo de vertentes em condição climática seca, podendo incorporar referenciais de natureza cronológica, associados ao período de formação, adicionando termos como *de cimeira* (mais antigo) ou *intermontanas* (mais recente)”.

Por fim, as informações morfocronológicas intencionam o arranjo dos eventos morfogenéticos em função do tempo geológico, ou mesmo histórico, numa seqüência ordenada de ocorrências. Dizem respeito à idade das formas representadas (CASSETI, 2006e; ROSS, 2007; PAVLOPOULOS, EVELPIDOU & VASSILOPOULOS, 2009). As informações morfocronológicas, intrínsecas as morfogenéticas, embasam um dos princípios de preparação dos mapas geomorfológicos de detalhe acordados pela UGI: o de que a legenda do mapa deveria ser arranjada em ordem genético-cronológica. Conforme Klimaszewski (1982) a determinação da idade das formas, ao introduzir uma ordem cronológica ao conteúdo do mapa, orientando a sistematização da legenda do mesmo, contribui num melhor entendimento da evolução geomorfológica da área representada.

Observa-se entre os conteúdos de abordagem acordados pela UGI para os mapas geomorfológicos de detalhe: dados morfométricos, morfográficos, morfogenéticos e morfocronológicos, uma estreita ou mesmo intrínseca relação que de complementação. Isso também se observa entre os demais princípios acordados, como, por exemplo, no enunciado

de que as formas investigadas devem ser representadas no mapa em escala, por meio de simbologias coloridas. Leituras morfométricas, a partir dos mapeamentos geomorfológicos de detalhe, também podem ser realizadas mediante uso da escala cartográfica. As formas de relevo e ou seus elementos (por exemplo, vertentes) ao figurar em escala expressam, através de suas dimensões gráficas, suas dimensões reais. Também, leituras morfométricas, sugere Klimaszewski (1982), podem ser obtidas por meio dos signos gráficos empregados, sejam eles pontuais, lineares e ou areolares. Por exemplo, a largura e ou profundidade de pequenas formas (desfiladeiros, voçorocas, ravinas, etc.) podem ser indicadas por meio de linhas de espessuras variadas, associadas a diferentes tamanhos de denteações.

2.2.2.1. Ensaios pós recomendações da UGI: o que é unânime e o que é controverso no mapeamento geomorfológico de detalhe

De acordo com Demek *et al.* (1972), no *Manual of Detailed Geomorphological Mapping*, um mapeamento geomorfológico deve abordar, além da representação gráfica do relevo, as interações entre litosfera, atmosfera e hidrosfera. Mais tarde, no “*Guide to medium-scale geomorphological mapping*”, Demek & Embleton (1978) ampliam o conteúdo de abordagem dos mapas geomorfológicos, afirmando que a estes cabem a descrição da superfície da crosta terrestre em interfaces a hidrosfera, a atmosfera, a pedosfera e a biosfera. Também, um mapa geomorfológico, deverá trazer informações sobre os efeitos da litologia e da tectônica sobre o relevo, informações sobre processos dinâmicos, desenvolvimento, idade e distribuição de formas e ou associações de formas de relevo. A fim de redimensionar para mais as aplicações e ou utilidades do mapeamento geomorfológico, Demek *et al* (1972) sugerem a construção de um texto explicativo, como um relatório a parte, contendo descrições de materiais e processos associados a cada representação gráfica geomorfológica (GUSTAVSSON. 2007).

Por sua vez, Cooke & Doornkamp (1974) sugerem que a representação gráfica dos conteúdos de abordagem dos mapeamentos geomorfológicos, recomendados pela IGU, sejam apresentados separadamente, como que estruturando um atlas geomorfológico (GUSTAVSSON. 2007).

Para Brunsden *et al* (1975), genericamente, um mapa geomorfológico deve apresentar informações sobre morfografia, morfometria, morfogênese (litologia e formações superficiais), idade, distribuição das formas de relevo e informações dos processos que os

configuram, além dos pretéritos, os ativos. Todavia, argumentam Brunsden *et al* (1975) que o mapa geomorfológico deve ser construído com base em aplicações pragmáticas e, desse modo, focar-se às informações que mais pertinentes à sua finalidade (GUSTAVSSON, 2007).

Com o intuito de mapear áreas de susceptibilidades a processos geomorfológicos, como deslizamentos de terra, avalanches, etc., que indiquem riscos; de contribuir as análises de mudanças na paisagem, a partir das intervenções antrópicas, sobretudo para as zonas rurais e de contribuir ao desenvolvimento de políticas de “uso e ocupação da terra”, desenvolveu-se o sistema ou programa alemão de *geomorphologische karte*. O sistema ou programa alemão, conhecido também como GMK, iniciou-se em 1976 e pode ser referenciado como um exemplo emblemático na tentativa de apropriação, adaptação e aplicação das recomendações feitas pela Subcomissão de Mapeamento Geomorfológico da IGU. Durante nove anos, cerca de 40 grupos, de diferentes universidades alemãs, mapearam relevos de diferentes áreas da Europa Central. O saldo, em 1985, foi a estruturação de 18 mapas geomorfológicos na escala de 1:25.000 (GMK 25) e três mapas geomorfológicos na escala de 1:100.000 (GMK 100). Intencionaram-se nos mapeamentos, o quão possível, cobrirem-se áreas das mais diferentes tipologias geomorfológicas (BARSCH *et al.*, 1985; *apud* GUSTAVSSON, 2005).

Inicialmente, as representações gráficas dos mapas geomorfológicos do sistema GMK 25, estruturam-se com base na sobreposição de oito *layers* (Figura 04), com diferentes informações e cores: 1) Topografia (cinza); 2) Declividade em graus (hachuras em cinza); 3) Degraus, formas menores, vales, rugosidades (preto); 4) Curvaturas (telas em preto); 5) Material subsuperficial/ afloramento rochoso (marrom avermelhado); 6) Processos atuais (preto ou vermelho); 7) Hidrografia (azul); 8) Áreas de processos e estrutura (colorido). O uso da cor vermelha é indicado no *layer* processos atuais, que enfoca feições de caráter morfodinâmicos, quando a representação pressupõe algum tipo de perigo em potencial (BARSCH *et al.*, 1987; *apud* GUSTAVSSON, 2005, p. 23).

Figura 04. Esquema síntese, de informações sobrepostas, na estruturação dos mapas geomorfológicos da série GMK 25. Fonte: Barsch *et al.* (1987) *apud* Gustavsson (2005, p. 24)

As informações descritas, ao decorrer dos ensaios realizados pelo programa alemão, acresceram-se outras. A legenda dos produtos cartográficos da série GMK 25, editada em alemão e inglês, estruturou-se, por fim, com base em dezesseis tópicos de abordagem: 1)

Declividade em graus; 2) Eixos de curvas de inclinação e segmentos de cristas; 3) Formas de topos; 4) Rupturas de declives; 5) Vales e pequenos canais de drenagem; 6) Formas singulares, pequenas formas e rugosidades; 7) Formas e traços de processos; 8) Materiais subsuperficiais; 9) Características dos materiais inconsolidados; 10) Camadas do material subsuperficial; 11) Afloramentos rochosos; 12) Processos geomorfológicos; 13) Áreas de processos geomorfológicos; 14) Hidrografia; 15) Informações complementares; 16) Mapa de reconhecimento morfogenético da região.

O décimo sexto tópico inserido no corpo da legenda, que trata do reconhecimento morfogenético da região, trata-se de uma reprodução cartográfica em menor escala da área em evidência no mapa geomorfológico que, em alguns dos produtos cartográficos gerados, é também apresentado como mapa geológico da área. Também convém destacar que apenas constam no corpo das legendas os tópicos de abordagem representados, de fato, no mapa geomorfológico.

As Figuras 05 e 06, legenda do mapa geomorfológico da série GMK 25 (1:25.000), referentes a Folha 13, que cobre parte da área de Berlim, ilustram, de modo mais detalhado, os tópicos de abordagem acima enunciados.

Figura 05. Parte da legenda do mapa geomorfológico da série GMK 25 (1:25.000); Folha 13; Berlim – Zehlendorf, 1983. Fonte: PACHUR & SCHULZ (1983)

Figura 06. Parte da legenda do mapa geomorfológico da série GMK 25 (1:25.000); Folha 13; Berlim – Zehlendorf, 1983. Fonte: PACHUR & SCHULZ (1983)

As críticas mais enfáticas ao sistema de mapeamento geomorfológico alemão, o GMK 25, sustentam que há uma dificuldade na separação ou identificação de formas similares de relevo de gêneses distintas, também, critica-se o modo de apresentação da legenda, que não indica morfocronologias, e a sobrecarga de informações, que dificultam a legibilidade de tais documentos cartográficos (GUSTAVSSON, 2005). Esse é um problema que comumente incide nas produções cartográficas geomorfológicas. Tricart (1965) chamou atenção para este fato, a sobrecarga de informações e os limites da legibilidade. Ross (2007) observa que os autores dos mapas geomorfológicos, na intenção de uma reprodução cartográfica dos elementos morfográficos, morfométricos, morfogenéticos e morfocronológicos, de máxima fidedignidade a verdade terrestre, acabam poluindo visualmente suas obras, tornando-as, muitas vezes, ilegíveis aos propósitos que intencionam.

A fim de se construir documentos cartográficos que possibilitem leituras mais dinâmicas e proveitosas, Ross (2007) e Gustavsson (2005) recomendam que se limitem as informações geomorfológicas através de algumas generalizações. Também, as informações devem ser apresentadas objetivamente, limitando-se a subjetividade.

One important thing in construction of a geomorphological map is to have an open view for the landscape. If as much information as possible is displayed as objectively as possible it leaves a door open for reinterpretations based on new knowledge. By describing forms, materials and processes by their physical and/or chemical properties the map leaves it to the map-reader to do the interpretations, or at least see the data on which conclusions such as interpreted genesis are based on. However, as soon as information is collected and put into the map it is affected by the author's subjectivity and thus a completely objective map cannot be produced (GUSTAVSSON, 2005, p. 39)

O que e como representar cartograficamente são reflexões pertinentes durante todo o processo de estruturação do mapeamento geomorfológico, o que inclui as reflexões prévias sobre objetivos, metodologias e escalas (ROSS, 2007).

Os símbolos expressam informações e podem ser apresentados a partir de três elementos básicos: pontos, linhas e polígonos, os quais podem repercutir dados quantitativos e ou qualitativos. A fim de dar ao mapa maior legibilidade, sugere-se que, na instituição das simbologias, explore-se de modo equilibrado os diferentes elementos básicos cartográficos indicados, de modo a não sobrecarregar o mapa com um elemento ou outro (GUSTAVSSON, 2005).

(...) a very important aspect of a geomorphological map is that it should be readable. Readable in this context means that it should be easy to extract information from the map that gives a good description of the landscape both in detail and overview. This is not an easy task (GUSTAVSSON, 2005, p. 42).

A despeito dessas considerações, graças aos trabalhos da Comissão de Investigação e Mapeamento Geomorfológico da IGU, acredita Gustavsson (2005), o conteúdo geral de um mapa geomorfológico de detalhe parece acordado. Todavia, reconhece o autor que perduram diferentes opiniões sobre pormenores do conteúdo, sobre a importância das diferentes bases de dados e sobre como as informações devem ser apresentadas. Também para Rodrigues (1997), reconhece-se na literatura certa unanimidade quanto aos elementos de abordagem dos mapas geomorfológicos, todavia também reconhece a autora que não há consenso sobre o que figurar num primeiro plano, suprimir na representação final e estruturar como encarte à carta principal. Permanecem controvérsias em relação à solução gráfica final. Para Ross (2007, p. 55):

(...) os geomorfólogos em geral são unânimes quanto à questão do conteúdo dos mapas. (...) os mapas devem informar sobre os tipos de formas de relevo, gênese e idade. No entanto, o que parece mais problemático é a questão relativa à padronização ou uniformização da representação cartográfica, pois ao contrário de outros tipos de mapas temáticos, não se conseguiu chegar a um modelo de representação que satisfaça os diferentes interesses dos estudos geomorfológicos. Isso parece ser um problema incontornável na medida em que a produção dos mapas geomorfológicos está à mercê de interesses diversos, de acordo com suas finalidades: de natureza metodológica; quanto aos objetivos e finalidades específicas; quanto ao tipo de material disponível para a execução do trabalho; e quanto à escala de tratamento. Assim os mapas geomorfológicos, mesmo procurando mostrar as formas, a gênese e a idade são, frequentemente, muito diferentes no aspecto visual e no grau de complexidade dos fatos representados.

2.2.3. Tendências no fazer e no representar geomorfológico

O mapa geomorfológico, já afirmava Tricart (1965), enquanto resultado de uma pesquisa geomorfológica, na sua edificação, também opera enquanto instrumento e método de análise, ou seja, o mapeamento geomorfológico é, ao mesmo tempo, um instrumento norteador da pesquisa geomorfológica e também uma síntese desta. Florenzano (2008, p. 105) considera que: “a cartografia é utilizada em Geomorfologia como meio de representação gráfica e espacial dos objetos e fenômenos estudados.” Também para Rodrigues (1997, p. 88) a cartografia geomorfológica “(...) se constitui num dos principais métodos e produtos da pesquisa geomorfológica” e, por vezes, “(...) constitui o cerne da pesquisa geomorfológica, confundindo-se, inclusive, com seu próprio objeto.”

Essas considerações permitem especular que ao se tratar das tendências no representar geomorfológico, tratam-se, de certo modo, das tendências no fazer geomorfológico, das

abordagens que majoritariamente se fazem em Geomorfologia na atualidade. Mas que abordagens seriam essas?

Observa Suertegaray (2008) que há contemporaneamente uma mudança na concepção de tempo na abordagem geomorfológica: o “tempo longo (profundo, que flui, que escoia)” tem sido progressivamente suplantado pelo “tempo curto (que faz)”.

O tempo que escoia consiste no tempo linear, distante, geológico, reconhecido por dimensões temporais estimadas em médias (SERRES, 1994 *apud* SUERTEGARAY, 2008). Os estudos geomorfológicos que privilegiam o “tempo que escoia, ou longo” enfatizam as pesquisas morfogenéticas do relevo. Na interpretação da origem das formas, considera Suertegaray (2008), os geomorfólogos estudam mais detalhadamente o “tempo que escoia”.

O “tempo curto (que faz)” é o tempo das irregularidades, dos episódios catastróficos, dos eventos esporádicos, dos ritmos e das variabilidades, é percebido como um período curto e é, sobretudo, também um que tempo que requer a dimensão antropogênica, não tão considerada quando se reflete na ótica do “tempo que escoia” (SUERTEGARAY, 2008).

Essa nova ênfase temporal na abordagem geomorfológica se observa explicita na estruturação dos mapeamentos geomorfológicos de detalhe, influenciando no modo de proposição dos mesmos.

Acredita Klimaszewski (1982), por exemplo, que um mapa geomorfológico de detalhe deve fornecer uma precisa ilustração do relevo, sobretudo, em seus aspectos dinâmicos, possibilitando avaliações e ponderações dos vários fatores e processos envolvidos na sua gênese e, especialmente, na sua transformação. Acresce o autor que um mapeamento geomorfológico de uma dada área, além de apresentar um panorama geomorfológico atual da mesma, deve fornecer subsídios que possibilitem especulações sobre o desenvolvimento sucessivo desta, ou seja, indicar suas tendências evolutivas. Neste sentido, Klimaszewski (1990) sugere enquanto um elemento de abordagem, a partir do mapeamento geomorfológico, a indicação de locais adequados e inadequados ao desenvolvimento das atividades humanas, conforme suas especificações.

Evans (1990) *apud* Gustavsson (2005, p. 11), em relação aos conteúdos de abordagem do mapa geomorfológico, considera que “Geomorphology is the science of Earth surface form, explained in terms of the interaction between processes and materials through space and time. Any or all of these topics can be the subject of maps in geomorphology.” Todavia, a despeito da consideração abrangente, a fim de possibilitar enfoques, Evans (1990) sugere que na construção de um mapa geomorfológico de qualidade, independente da área de estudos,

devam-se inter-relacionar informações de cartografia de base, morfometria, morfografia, morfogêneses, morfocronologias e informações dos processos atuais (GUSTAVSSON, 2005).

Para Casseti (2006 e, s/ p.) a cartografia geomorfológica se constitui num instrumento de espacialização dos fatos geomorfológicos, *“permitindo representar a gênese das formas do relevo e suas relações com a estrutura e processos, bem como com a própria dinâmica dos processos, considerando suas particularidades.”*

Para Gustavsson (2005), um bom mapa geomorfológico é aquele que traz em si o máximo de informações possíveis sobre formas, materiais e processos geomorfológicos no contexto da paisagem em que se inserem. *“(...) a geomorphological map is not only a presentation of data, but also a method of research important for the understanding of individual landforms and whole landscapes, their development and processes acting upon them”* (GUSTAVSSON, 2005, p.12).

Observam-se através desses enunciados, a cerca dos significados de mapeamento geomorfológico de detalhe, além da indicação dos conteúdos de abordagem propostos pela IGU (dados morfométricos, morfográficos, morfogenéticos e morfocronológicos), enfoques às abordagens dos aspectos dinâmicos e processuais das formas de relevo em perspectivas notoriamente contemporâneas, reconhecidos como morfodinâmicas, e de interfaces a outras variáveis ambientais. Essas observações são explicitadas no trabalho de Pavlopoulos, Evelpidou & Vassilopoulos (2009, p. 8-9), pois, conforme estes autores, em se tratando de mapeamento geomorfológico: *“(...) the main aspects of research in modern analytic geomorphology are five fundamental landform concepts: morphography, morphometry, morphogenesis, morphocronology and morphodynamics.”*

Para Pavlopoulos, Evelpidou & Vassilopoulos (2009, p. 9) as morfodinâmicas são compreendidas como: *“(...) the land-forming processes currently active or those that may be activated in the future. This refers to all the dynamic processes which form the earth’s relief. They are usually identified as traces, remains of past dynamic processes (inherited landforms).”*

Em Casseti (2006d) também encontramos menções às morfodinâmicas. Salienta o referido autor que por morfodinâmicas se consideram as transformações processuais evidenciadas no relevo, vinculadas a intensidade e a frequência dos mecanismos morfogenéticos, associados, na maioria das vezes, às derivações antropogênicas. As morfodinâmicas reportam aos processos geomorfológicos de perspectivas, sobretudo, históricas. Considera Casseti (2006d, p.02) que: *“(...) processos morfodinâmicos não deixam de ser também morfogenéticos, visto que englobam transformações associadas ao processo de*

dissecação na elaboração do modelado, embora tratados como excepcionalidade em função da intervenção antropogênica.”

A busca pela compreensão das morfodinâmicas do relevo parece ser uma imposição decorrente de “demandas aplicativas do conhecimento” (SUERTEGARAY, 2008), no sentido de fornecer as realidades que se apresentam, calamitosas em muitos casos, alternativas; mediante diagnósticos e prognósticos ambientais.

Nas recentes pesquisas geomorfológicas, reconhecem Pavlopoulos, Evelpidou & Vassilopoulos (2009) ênfases ao que intitulam de geomorfologia ecológica, fundamentada no entendimento do relevo no contexto das paisagens, com destaque as implicações ambientais decorrentes da apropriação dos mesmos.

Em Fujimoto (2001), uma proposta de análise ambiental aplicada em determinada área urbana, o mapeamento geomorfológico de detalhe consta como um dos principais elementos de integração das variáveis ambientais elencadas, figurando por meio de abordagens morfológicas, morfocronogenéticas e, especialmente, morfodinâmicas do relevo.

Nesta perspectiva analítica, de abordagens morfodinâmicas do relevo a partir de conjunturas ambientais, um significativo número de trabalhos pode ser citado, como, por exemplo: Oliveira (1994); Salomão (1994); Cunha (2001); Tominaga (2000, 2007); Rodrigues (2005).

De acordo com Rodrigues (1997) é, pois, a cartografia geomorfológica um dos produtos da pesquisa geomorfológica que mais se tem prestado a aplicação. Desse modo, especula-se que, fundamentados pelo seu caráter aplicativo, os levantamentos morfodinâmicos do relevo tem assumido notoriedade nos mapeamentos geomorfológicos de detalhe.

A respeito dos estudos morfodinâmicos do relevo se lança uma ressalva. É inegável, pela apropriação e apresentação expressiva desses termos, enquanto objeto de inúmeros estudos, a notoriedade dos levantamentos morfodinâmicos do relevo no âmbito da Geomorfologia. Todavia, acredita-se, ainda carecem estes termos (morfodinâmicas do relevo) de reflexões mais aprofundadas a cerca de seus próprios significados, pois, por vezes, parecem figurar a revelia.

Enquanto meios orientadores e ou condicionadores das tendências no fazer e representar geomorfológico, evidentemente, há de se destacar a evolução dos materiais e das técnicas que se apresentam disponíveis ao embasamento dos estudos geomorfológicos. Conforme Hayden (1986, s/p): “new research methods were introduce, particularly in relation

to aerial photography, satellite imagery, and radar imagery; computer science has advanced in the areas of data analysis and automated cartographic display.”

As cartas topográficas, as fotografias aéreas e os trabalhos de campo ainda são importantes meios operacionais ao desenvolvimento de pesquisas sobre o relevo terrestre, todavia, contemporaneamente se acrescem a esses meios os usos de imagens de radares, de satélites, de variadas resoluções (espaciais, espectrais e radiométricas) e os usos de programas computacionais (*softwares*).

Os *softwares*, também os *hardwares*, por meio de atividades vinculadas a Cartografia digital, ao Sensoriamento Remoto, ao Geoprocessamento e ou ao desenvolvimento de um Sistema de Informações Geográficas (SIG), possibilitam maior agilidade e acurácia na obtenção de produtos. Esses *softwares* e *hardwares* também possibilitam, mediante seus sistemas operacionais, em geral constantemente sofisticados, a manipulação e a geração de dados inúmeros que de aplicações diversas.

Em Florenzano (2008) são organizados artigos que tratam da aplicação de tecnologias atuais no fazer e no representar geomorfológicos, pois exemplificam usos de Cartografia digital, de Sensoriamento Remoto, de Geoprocessamento e ou de SIGs em interfaces a Geomorfologia. Também em Nunes e Rocha (2008) são organizados artigos que, nos seus desenvolvimentos metodológicos operacionais, exemplificam, em interfaces a métodos que poderiam ser considerados mais tradicionais, usos de tecnologias contemporâneas.

As técnicas e métodos tradicionais em interfaces as tecnologias contemporâneas creditam análises morfométricas, morfográficas, morfocronogenéticas e morfodinâmicas dos relevos.

Todavia, reforçando-se o que enunciado introdutoriamente, é importante destacar que as atuais tecnologias disponíveis para a elaboração de dados cartográficos, por si só, não asseguram produtos eficientes, tendo em vista que elas servem de apoio, sobretudo, para melhorar a precisão dessas informações. Uma significativa base conceitual em Geomorfologia, uma adequada escolha de escalas cartográficas e, ainda, uma cuidadosa interpretação das formas de relevo e de seus respectivos processos genéticos e dinâmicos, são alicerces fundamentais na elaboração de um mapeamento geomorfológico de qualidade (ARGENTO, 1995), a fim de que possa ter consistente aplicabilidade na fundamentação de análises e de futuras intervenções ambientais.

O mapeamento geomorfológico de detalhe, para além de uma representação gráfica, é um método de pesquisa na compreensão das formas da superfície terrestre e de seus processos (gêneses e dinâmicas) em interfaces aos contextos ambientais que ilustram ou se inserem.

Além de possibilitar localizar e dimensionar, outra atribuição do mapeamento geomorfológico de detalhe, em voga contemporaneamente, é a de possibilitar leituras das dinâmicas, mediante o auxílio de consistentes legendas, de suas representações.

III – MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO FEIJÓ/ RS APLICADO NA ANÁLISE DE IMPACTOS AMBIENTAIS URBANOS

3.1. Bacia hidrográfica do arroio Feijó/ RS: sistema hidro-geomorfológico

São inúmeras as definições a cerca de bacias hidrográficas, entre elas algumas são divergentes, outras similares, outras complementares, outras mais restritivas e ou mais abrangentes. Dentre as definições a cerca de bacias hidrográficas se destacam as que propostas por Bermúdez & Recio (1992); Coelho (2007); Silveira (2009); Guerra & Guerra (2006) e Rodrigues & Adami (2005). A definição de bacia hidrográfica proposta por Rodrigues & Adami (2005) se considera, em relação às definições dos demais autores citados, de caráter similar, complementar e abrangente, dessa forma, enuncia-se enquanto referência:

(...) é possível definir bacia hidrográfica como um sistema que compreende um volume de materiais, predominantemente sólidos e líquidos, próximo à superfície terrestre, delimitado interna e externamente por todos os processos que, a partir do fornecimento de água pela atmosfera, interferem no fluxo de matéria e de energia de um rio ou de uma rede de canais fluviais. Inclui, portanto, todos os espaços de circulação, armazenamento, e de saídas da água e do material por ela transportado, que mantém relações com esses canais (RODRIGUES, C & ADAMI, S., 2005, p. 147 – 48).

No enunciado proposto acima esta explicita a idéia de sistema na concepção do que bacia hidrográfica. No mesmo artigo em que esse enunciado é apresentado, adiante dele, os autores atrelam a idéia de sistema, complexificando-o, a supra-dimensão “aberto”. Tratar-se-ia desse modo, pois, a bacia hidrográfica de um “sistema aberto”, donde matéria e energia se articulam em processos de entrada (input), de circulação, de armazenamento e ou de saída (output), processos esses, variáveis no tempo e no espaço.

Rodrigues & Adami (2005) destacam, na busca pela melhor compreensão do sistema bacia hidrográfica, a busca pela compreensão do que intitulam enquanto importantes subsistemas de bacias hidrográficas: os subsistemas, ou mesmo sistemas próprios, de canais fluviais, de planícies de inundação e de vertentes.

“Os processos de circulação de matéria e de energia que operam em bacias hidrográficas não envolvem apenas canais fluviais e planícies de inundação, mas incluem as vertentes, nas quais os processos internos são de fundamental importância. Um exemplo desse tipo de processo é o escoamento basal que ocorre na primeira zona importante de saturação subsuperficial que, por sua vez, está interligada à planície de inundação ou ao canal fluvial localizado na base dos sistemas de vertentes.

(...) Bacia hidrográfica compreende o volume de água considerando todos os processos relativos ao funcionamento de uma rede fluvial. Isto significa que aí também estarão incluídos todos os processos de alteração desencadeados direta ou indiretamente pela água. O fato de a água ser, ao mesmo tempo, agente de transporte de matéria e agente de mudanças físicas, químicas e bioquímicas nos ambientes por onde circula, possibilita afirmar que numa bacia hidrográfica estarão incluídos até os processos pedogenéticos” (RODRIGUES, C & ADAMI, S., 2005, p. 148).

A bacia hidrográfica do arroio Feijó, em foco neste trabalho, apresenta-se embasada a partir de considerações geológicas, pedológicas, climatológicas, de usos e coberturas do solo, hidrológicas e geomorfológicas, as quais apresentadas em abordagens particulares e integradas em itens sequenciais. Por hora, caracteriza-se sua rede e ou bacia de drenagem.

De acordo com o escoamento global, a bacia de drenagem do arroio Feijó é do tipo exorréica, pois possui como nível de base final o nível do mar. Seu principal canal fluvial, o arroio Feijó, é importante afluente do rio Gravataí, que, por sua vez, deságua no lago Guaíba, que, por sua vez, deságua na laguna dos Patos; esta, por fim, articula-se ao Oceano Atlântico Sul.

A bacia de drenagem do arroio Feijó compreende uma área de 51,86 Km², delimitada por um perímetro de 52,55 Km, apresentando um alto índice de circularidade.

Utilizando-se do critério geométrico de disposição fluvial, na bacia se identificam padrões de drenagens dendrítica e paralela, neste último caso os condicionantes geológicos, lineamentos estruturais, ainda estão muito fortemente expressos na paisagem.

Enquanto tipos de canais fluviais, seções fluviais longitudinais, podem ser descritos na bacia canais retilíneos, anastomosados e aqueles de tendências meandrantess. Os canais retilíneos ocorrem nas altas encostas, cabeceiras de drenagem, condicionados por nítidos lineamentos geológicos e, nestes casos, em geral, tanto longitudinalmente como transversalmente, não apresentam expressão espacial. Ao contrário destes, em seções de a jusante, em cursos médios e baixos do arroio Feijó e de alguns de seus importantes tributários, por ocasião de retificações, sucedem-se canais fluviais retilíneos de relativa expressão espacial longitudinal.

Os canais anastomosados se caracterizam por apresentar significativo volume de carga de fundo que, conjugado as flutuações das descargas, ocasionam como que sucessivas

ramificações, pequenos múltiplos canais que se subdividem e se reencontram, separados por barras arenosas. O perfil transversal desses canais é raso e irregular, marcado por sucessivos pontos altos (topos das barras arenosas) e baixos (talwegues dos múltiplos canais) e por contínuas migrações laterais, pelo incisivo ataque fluvial às margens.

Tendências ao meandramento são observadas nos cursos médios e baixos do arroio Feijó e de alguns de seus tributários, em vertentes muito suavemente inclinadas, com a formação de sucessivas margens côncavas, de degradação, e margens convexas, de aggradação; todavia, as retificações de expressivos segmentos desses canais, com retilinizações, canalizações e ou dragagens, reordenam essa tendência fisiográfica fluvial.

O arroio Feijó, canal fluvial que nomeia a bacia hidrográfica, possui uma extensão longitudinal de 37,36 Km, sua nascente se situa a aproximadamente 128 m de altitude e sua foz a aproximadamente 04 m de altitude, ou seja, possui 124 m de gradiente topográfica. Em relação à hierarquia fluvial, considerando-se as metodologias propostas por Horton (1945) e Strahler (1952) *apud* Christofolletti (1980), pode-se afirmar que o arroio Feijó é um canal fluvial de quarta ordem. Dentre seus principais tributários, todos de possível terceira ordem, destacam-se os arroios Cantegril, Cecília, Mário Quintana, Santana, Seminário e Stella Maris. Dados relativos a esses canais fluviais, como apresentados para o arroio Feijó, são destacados na tabela 01.

A leitura espacial das informações apresentadas na tabela 01, dentre outras, relativas a aspectos fisiográficos fluviais da bacia hidrográfica do arroio Feijó, estão sintetizadas na figura 07, mapa de elementos hidrográficos da bacia do arroio Feijó.

Neste contexto, mediante a escala de obtenção dos dados fisiográficos fluviais, a partir de fotografias aéreas de escalas de 1:8.000, cabe-se destacar a identificação de 125 canais fluviais de primeira ordem (STRAHLER, 1952 *apud* CRHISTOFOLETTI, 1980) na bacia hidrográfica do arroio Feijó, os quais, por conseguinte, indicam a ocorrência de 125 “olhos d’água” ou de nascentes fluviais; importantes elementos hidrográficos da bacia.

Tabela 01. Dados do arroio Feijó e de importantes tributários fluviais

Nome do arroio	Extensão longitudinal (comprimento)	Altitudes		Gradiente topográfica	Hierarquia Fluvial (STRAHLER, 1952 <i>apud</i> CHRISTOFOLETTI, 1980)
		Nascente	Foz		
Arroio Cantegril	5,91 Km	74m	34m	40m	3° ordem
Arroio Cecília	10,90 Km	233m	32m	201m	3° ordem
Arroio Feijó	37,36 Km	128m	04m	124m	4° ordem
Arroio Mário Quintana	9,75 Km	169m	18m	151m	3° ordem
Arroio Santana	11,38 Km	286m	28m	258m	3° ordem
Arroio Seminário	16,81Km	104m	32m	72m	3° ordem
Arroio Stella Maris	19,32Km	103m	13m	90m	3° ordem

Fontes: Cartas topográficas em escala de 1:10.000 (1972) e fotografias aéreas em escalas de 1:8.000 (1973) do Grupo Executivo da Região Metropolitana (GERM), que contemplam a área da bacia hidrográfica do arroio Feijó; Modelo Numérico do Terreno (MNT).

Elaboração: Moisés Ortemar Rehbein

Figura 07. Mapa de elementos hidrográficos da bacia do arroio Feijó/ RS
Elaboração: Moisés Ortemar Rehbein

3.1.1. Considerações geológicas

3.1.1.1. A evolução geológica regional e a formação das unidades litoestratigráficas da bacia hidrográfica do arroio Feijó

A compreensão da evolução das unidades litoestratigráficas da bacia hidrográfica do arroio Feijó requer discussões a cerca da tectônica regional, pois, remonta ao período de formação do Gondwana (supercontinente situado no Hemisfério Sul e que aglutinava as atuais América do Sul, África, Antártida, Austrália e Índia), remonta, portanto, aos processos ocorridos desde cerca de oitocentos (800) milhões de anos (M.a.) atrás, no Proterozóico Superior, com a colisão de continentes ancestrais. A compreensão da formação das unidades litológicas da bacia do arroio Feijó perpassa, portanto, a estruturação do Planalto Sul-Riograndense (Escudo), amplamente reconhecido como unidade geológico-geomorfológica do RS e ou, de acordo com Fujimoto (2001), considerando-se a proposta taxonômica do relevo de Ross (1992), unidade morfoescultural do RS.

Também, na configuração geológica da bacia do arroio Feijó se destacam as mudanças climáticas e as sucessivas transgressões e regressões marinhas, oscilações no nível do mar, no Período Quaternário da Era Cenozóica, que condicionaram a estruturação da Planície Costeira do RS, outra possível unidade morfoescultural do RS.

A bacia do arroio Feijó se situa, portanto, numa área de transições de notáveis unidades morfoesculturais no contexto do RS e, assim, contempla litoestratigrafias pertencentes à evolução de ambas as unidades: Escudo Sul-Rio-Grandense e Planície Costeira do RS (Figura 08).

Figura 08. Mapa de localização (aproximada) da bacia hidrográfica do arroio Feijó no contexto das Unidades Morfoesculturais do RS.

São identificadas, a partir de diferentes mapeamentos geológicos (SCHNEIDER, LOSS & PINTO, 1974; MENEGAT, *et. al.*, 1998; PHILIPP, 1998, 2008), unidades estruturais graníticas e de depósitos sedimentares na área da bacia.

Neste trabalho, utiliza-se como referência do mapeamento geológico de Menegat *et. al.* (1998), adaptando-o, pela apresentação do mesmo, através do recorte da área correspondente a bacia do Feijó (Figura 09). Sequencialmente, baseada em informações correlacionáveis de Tomazelli & Villwock (1995); Menegat *et. al.* (1998) e Oliveira (2001), apresenta-se uma síntese informativa das características das unidades litoestratigráficas apresentadas no mapeamento geológico, enfocando-se dados geocronológicos, litodêmicos, de aspectos petrográficos e de eventos geológico-genéticos (Figura 10). Tais características, apresentadas sumariamente na Figura 10, são aprofundadas nos tópicos de abordagens que seguem e estruturam o item geologia.

Figura 09. Unidades litoestratigráficas da bacia hidrográfica do arroio Feijó/RS

GEOGRONOLOGIA				UNIDADES LITODÊMICAS/ LITOESTATIGRÁFICAS		LEGENDA	ASPECTOS PETROGRÁFICOS	EVENTOS GEOLÓGICOS (GÊNESES)
EON	ERA	Período	Época	COMPLEXO/ GRUPO/ SUÍTE	LITODEMA/ FORMAÇÃO			
FANEROZÓICO	CENOZÓICO	Quaternário	Holoceno	Sedimentos recentes	Sistema Laguna Barreira IV - depósitos de planície e canal fluvial		Areias grossas a conglomeráticas, amareladas, intercaladas com corpos tabulares siltico-argilosos	Sequência sedimentar relacionada a processos fluviais, gravitacionais, de origem pedogenética e as transgressões e regressões marinhas
			Pleistoceno		Sistema Laguna Barreira III - depósitos de terraços fluviais		Areias grossas a conglomeráticas, esbranquiçadas a avermelhadas, moderadamente selecionadas	
					Sistema Laguna Barreira I - depósitos eluvionares		Areias médias a grossas, avermelhadas, mal selecionadas, com matriz siltico-argilosa	
		Terciário	Plioceno	Formação Graxaim	Sistema de Leques Aluviais - depósitos de paleo leques aluviais		Diamicitos avermelhados sustentados por uma matriz lamítica maciça	
PROTEROZÓICO	NEO PROTEROZÓICO			Suíte Intrusiva Itapuã	Diques Ácidos	✕ ✕ ✕ ✕	Riolitos	Magmatismo granítico pós-tectônico à Zona de Cisalhamento Transcorrente de Porto Alegre, relacionada a extensão crustal e reativação de estruturas pré-existentes
					Granito Santana		Sienogranito rosa a vermelho, textura equigranular grossa a média com foliação magmática	
				Suíte Intrusiva Porto Alegre	Granito Feijó		Sienogranito avermelhado, com textura equigranular fina a porfírica	
					Granito Independência		Monzogranito cinza, com textura equigranular média	
				Suíte Intrusiva Viamão	Granito Saint Hilaire		Monzogranito a granodiorito cinza escuro, textura porfírica com matriz equigranular média	
					Granodiorito Lomba do Sabão		Monzogranito a granodiorito cinza, textura porfírica, matriz equigranular média e com foliação ígnea e tectônica	Magmatismo granítico sintectônico à Zona de Cisalhamento Transcorrente de Porto Alegre
Fonte: Tomazelli & Villwock, 1995; Menegat <i>et. al.</i> , 1998; Oliveira, 2001 Adaptação: Moisés Ortemar Rehbein								

Figura 10. Síntese informativa de características geológicas das unidades litoestratigráficas da bacia hidrográfica do arroio Feijó/ RS

As unidades graníticas, elementos do Escudo, de idades mais avançadas, originaram-se no Ciclo Brasileiro (intervalo de tempo durante o qual ocorreram diversas orogêneses e que durou cerca de trezentos (300) Ma no final do Proterozóico Superior). Essas rochas foram originadas nas raízes de um antigo cinturão orogênico conhecido por Cinturão Dom Feliciano. Registros geológicos indicam que este Cinturão possuiu dimensões similares a atual Cordilheira do Himalaia e foi construído num processo de colisão entre um antigo continente africano e outro sul-americano, cujos remanescentes são hoje estruturados pelos Crátons Rio de La Plata, no RS e Uruguai, e do Kalahari, na África do Sul (MENEGAT *et al.*, 1998; PHILIPP, 2008).

Tommasi & Fernandes (1990) e Fernandes *et al.* (1990; 1992), conforme Oliveira (2001), descrevem um modelo de evolução para o Escudo Sul-Riograndense, onde o Cinturão Dom Feliciano (englobando as partes leste e oeste do Escudo) representaria uma colagem orogênica de idade proterozóica superior entre os Crátons de Kalahari e Rio de La Plata. Essa evolução é baseada nas associações de Arcos Magmáticos I e II.

A partir do modelo geológico de Fernandes *et al.* (1992), Menegat *et al.* (1998) apresenta, de modo sumário e ilustrativo, estágios evolutivos do Cinturão Dom Feliciano. Destacam-se, abaixo, alguns dos estágios evolutivos do Cinturão que condicionantes a estruturação das unidades geológicas em profundidades e contemporaneamente aflorantes na bacia do Feijó:

A convergência dos antigos continentes, cujos remanescentes crustais Rio de La Plata e Kalahari, iniciou-se com o fechamento de um oceano ancestral, denominado Adamastor, e a conseqüente subducção de seu assoalho sob margem continental, originando magmas por fusão parcial do manto. Os magmas ascenderam à crosta gerando arco magmático, hoje representado pelas rochas graníticas de cronologias mais avançadas na área e adjacências da bacia do Feijó, as quais substratos litológicos, embasamentos paleoproterozóicos aos afloramentos geológicos, reconhecidos como **granitóides colisionais** (MENEGAT *et al.*, 1998). “Essas rochas são interpretadas como o registro da evolução de um arco magmático, com subducção de uma crosta oceânica e posterior colisão continental, com deformação tangencial” (LEITE *et al.*, 2000 *apud* OLIVEIRA, 2001, p. 43). A anomalia termal, produzida pela subducção do assoalho do oceano Adamastor, promoveu a expansão do manto, fragmentando uma parte da borda do antigo continente sul-americano e dando origem a outro oceano mais oeste, denominado Charrua, e também causando a fragmentação de parte do continente sul-americano ancestral (MENEGAT *et al.*, 1998). (Figura 11 A.).

A colisão entre os antigos continentes africano (Cráton do Kalahari) e sul-americano (Cráton Rio de La Plata) gerou uma extensa cadeia de montanhas, denominada Cinturão Dom Feliciano. Um dos limites dessa colisão ficou marcado por uma zona de falhas, conhecida como Sutura de Porto Alegre (SPOA). “*O desenvolvimento de falhas com deslocamento horizontais, ao longo das quais magmas graníticos se posicionaram, marca o período entre seiscentos e setenta (670) e seiscentos e trinta (630) M.a. no leste do Escudo*” (KOESTER *et al.*, 1997; *apud* OLIVEIRA, 2001, p. 44). (Figura 11 A e B.). No oeste, a expansão do assoalho do oceano Charrua atingiu seu estágio de maturidade. Posteriormente, deu-se o fechamento do Oceano Charrua e a subducção do seu assoalho sob a borda do antigo continente sul-americano (Cráton Rio de La Plata) (Figura 11 B.). O consumo total do assoalho do Oceano Charrua levou à colisão final entre os dois antigos continentes. (MENEGAT *et al.*, 1998) (Figura 11 C.).

A partir desse estágio, esforços compressivos produziram significativas falhas de rasgamento (ou de transcorrência), como a Zona de Cisalhamento Transcorrente de Porto Alegre (ZCTPOA) – uma falha de rejeito direcional que secciona a SPOA (OLIVEIRA, 2001) (Figura 11 C.).

Figura 11 (A, B, C). Orogêneses do Cinturão Dom Feliciano e as formações da Sutura (SPOA) e da Zona de Cisalhamento Transcorrente de Porto Alegre (ZCTPOA)

Essas falhas liberaram espaços para o alojamento de magmas mantélicos no interior da crosta continental e, assim, para formação de estruturas intrusivas, reconhecidas como **granitóides sintranscorrentes** (Figura 11 C.). Rochas formadas pela cristalização de magmas provindos do manto e contaminados por material da crosta, como o granodiorito Lomba do Sabão na bacia do Feijó, originaram-se ao longo dessas falhas (MENEGAT *et al.*, 1998). Oliveira (2001) lista uma série de evidências texturais e estruturais do posicionamento sintectônico do granodiorito Lomba do Sabão à ZCTPOA.

Com a diminuição dos esforços compressivos, a litosfera continental foi lentamente soerguida, sofrendo várias fissuras. Passaram a predominar os esforços extensionais, originando novas falhas e reativando antigas, como a SPOA, localizada nas raízes do Cinturão Dom Feliciano. Durante o predomínio dos esforços extensionais, na SPOA se sucederam intrusões magmáticas, reconhecidas contemporaneamente como **granitóides pós-tectônicos estruturais** (MENEGAT *et al.*, 1998) (Figura 12).

Com o final da movimentação transcorrente, um volumoso magmatismo granítico tardi a pós-orogênico intrudiu as rochas colisionais e sintranscorrentes da porção leste do Escudo com idades entre seiscentos (600) e quinhentos e cinquenta (550) Ma, posicionadas durante os movimentos extensionais, e em alguns casos durante reativação de falhas (FRANTZ & FERNANDES, 1994 *apud* OLIVEIRA, 2001, p. 44).

Na bacia do Feijó são reconhecidos cinco granitóides pós-tectônicos à ZCTPOA, os quais foram agrupados por Oliveira (2001), conforme suas características texturais, litológicas e geoquímicas, em três suítes intrusivas: Viamão, Porto Alegre e Itapuã. O controle tectônico por reativação de falhamentos pré-existent é evidente no caso do granito Santana, posicionado ao longo da SPOA, durante sua reativação há seiscentos (600) Ma. (KOESTER *et al.*, 2000b *apud* OLIVEIRA, 2001). Porém, outros granitos mostram feições estruturais e texturais desse controle, como no caso dos granitos Saint Hilaire, Independência e Feijó (OLIVEIRA, 2001).

Figura 12. Cinturão Dom Feliciano - o predomínio dos esforços extensionais e as intrusões magmáticas, por novas falhas e reativações de antigas

O granito Saint Hilaire apresenta características de cristalização sob baixa pressão, o que pode ser considerado como indicador de um magmatismo pós-tectônico pouco profundo, cujas últimas manifestações associadas com vulcanismo e intrusões hipoabissais (OLIVEIRA, 2001). O magmatismo mantélico está representado por enclaves máficos (riolitos), principalmente no granito Saint Hilaire e granito Santana. Com base na semelhança das características químicas, Oliveira (2001) correlaciona as rochas riolíticas com a Suíte Intrusiva de Itapuã.

Em suma, podem ser destacados, enquanto elementos litológicos resultantes da evolução do Cinturão Dom Feliciano, quatro grupos de rochas graníticas que estruturam áreas da bacia do Feijó: em profundidades, não aflorantes, os granitóides colisionais, de cronologias mais distantes, os quais cortados em função de esforços compressivos tectônicos pelos granitóides sintranscorrentes, posicionados ao longo das falhas de rasgamento (transcorrência). Esses dois grupos litológicos foram, posteriormente, em função de esforços tectônicos extensionais, intrudidos tanto pelos granitóides pós-tectônicos que se alojaram na SPOA quanto pelos que não apresentam controle estrutural evidente (Figura 12).

Estima-se que desde cerca de duzentos (200) Ma o Cinturão Dom Feliciano tem sido arrasado por diferentes processos de denudação. Tais processos, ao longo do tempo geológico indicado, expuseram em superfície as rochas graníticas anteriormente geradas em profundidade, na crosta, e geraram os depósitos sedimentares.

Em relação aos depósitos sedimentares, na bacia hidrográfica do arroio Feijó, identificam-se depósitos de planícies e canais fluviais, de terraços fluviais, de eluviões (de origem pedogenética) e de paleo leques aluviais (Figura 13). Resultam, tais depósitos, de processos geológicos, operantes desde o Plioceno (Terciário superior), intempéricos, erosivos, de transporte, de deposição sedimentar e ou pedogenéticos, em interfaces as mudanças climáticas e as grandes flutuações no nível do mar no Quaternário e que tem emoldurado a Planície Costeira do RS.

O modelo evolutivo paleogeográfico da Planície Costeira do RS se encontra sintetizado em um conjunto de mapas paleogeográficos apresentados por Villwock & Tomazelli (1995 a). Conforme este modelo, um pacote de sedimentos clásticos terrígenos se acumulou, a partir do final do Terciário, em um sistema de leques aluviais coalescentes (agradacionais) na base das “terras altas”, Planalto Basáltico e Escudo Cristalino Rio Grandense (embasamento Pré-cambriano), margem oeste da atual Planície Costeira do RS.

Vislumbra-se na Figura 13 um modelo da geometria dos depósitos do sistema de leques aluviais alimentados pelo Escudo. A espessura das fácies aumenta no sentido da bacia

sedimentar (bacia de Pelotas), revelando a erosão e recuo progressivo da área fonte (TOMAZELLI & VILLWOCK, 1995 b).

Este pacote de sedimentos foi retrabalhado, direta e indiretamente, por no mínimo quatro ciclos transgressivo-regressivos, os quais são correlacionáveis aos quatro últimos eventos glaciais que caracterizaram o final do Cenozóico.

Figura 13. Modelo da geometria dos depósitos do sistema de leques aluviais alimentados pelo Escudo Sul-Riograndense. Fonte: Bull (1972) *apud* Tomazelli & Villwock (1995 b, p. 385)

A Planície Costeira do RS corresponde a uma macro-unidade geológico-geomorfológica (Figura 08) onde estão expostos os depósitos mais superficiais e proximais do pacote sedimentar acumulado em uma bacia marginal aberta – pericratônica – a bacia sedimentar de Pelotas.

Desenvolvida sobre um embasamento constituído pelo complexo cristalino pré-cambriano e pelas seqüências sedimentares e vulcânicas, paleozóicas e mesozóicas, da Bacia do Paraná, a bacia sedimentar de Pelotas teve sua origem nos eventos geotectônicos que, partir do Cretáceo inferior, fragmentando o continente do Gondwana, conduziram à abertura do oceano Atlântico Sul. Durante o Cretáceo e, principalmente, durante o Cenozóico, os sedimentos erodidos das terras altas adjacentes se acumularam nesta bacia marginal, em sistemas deposicionais continentais, transicionais e marinhos (TOMAZELLI & VILLWOCK, 1995 b).

A borda do continente no RS, formado pela Planície Costeira, a Plataforma e o Talude Continental, possui depósitos sedimentares que vem se acumulando desde a separação da América do Sul e África, ocorrida há 65 Ma até hoje. Essa região ou sitio deposicional, chamada de Bacia de Pelotas, contém registro de todas as fases de abertura do Oceano Atlântico produzidas pela

fragmentação do ancestral continente de Gondwana. (...) A morfologia atual da costa, entretanto, foi modelada por sucessivos eventos de transgressões e regressões marinhas ocorridas desde 500 mil anos atrás. Nessa época, o nível do Oceano Atlântico Sul estava 70 metros abaixo do nível de hoje e a linha de costa estava recuada cerca de 100 Km para leste da atual. A plataforma continental, com cerca de 270 km de largura, encontrava-se quase totalmente exposta. (MENEGAT *et. al.*, 1998, p. 19)

A configuração geológica e geomorfológica atual da Planície Costeira do RS resulta, portanto, da atuação de vários processos construtivos - de acumulação - e destrutivos - denudacionais – que nela operam em diferentes escalas de grandeza, temporal e espacial. Vários estudos têm demonstrado que a Planície Costeira do RS cresceu, durante o Quaternário, através do desenvolvimento de um amplo “Sistema de Leques Aluviais” próximo às áreas-fonte e do acréscimo lateral de “Sistemas Deposicionais do tipo Laguna-Barreira”. A natureza das litofáceis acumuladas nestes dois sistemas deposicionais foi moldada por processos específicos a cada sistema e, fundamentalmente, pelas variações climáticas e flutuações do nível relativo do mar durante o Cenozóico (TOMAZELLI & VILLWOCK, 1995 b).

O Sistema de Leques Aluviais engloba o conjunto de fácies sedimentares resultantes de processos de transporte associados aos ambientes de encosta das terras altas adjacentes à Planície Costeira. Elas incluem, na sua parte mais proximal, depósitos resultantes de processos predominantemente gravitacionais, como a queda livre de blocos, o rastejamento e o fluxo de detritos (tálus, eluviões e coluviões), e que gradam, na sua porção distal, para depósitos transportados e depositados em meio aquoso (aluviões).

É importante observar que, de acordo com a aceção acima, a conotação puramente geomorfológica do termo “leque aluvial” torna-se secundária, uma vez que na maior parte da região a geometria de “leque” nem sempre é reconhecida (TOMAZELLI & VILLWOCK, 1995 b, p. 382).

Durante o Cenozóico, na região de Porto Alegre, o que inclui áreas da bacia hidrográfica do arroio Feijó, as formas de relevo, de acordo com Menegat *et. al.* (1998), estruturavam-se por vertentes de declividades acentuadas e vales profundos. Durante episódios de enxurradas intensas, por ocasião de torrentes, materiais detríticos foram mobilizados de montante a jusante, formando leques aluviais ou cones de dejeção, reconhecidos por Delaney (1965) como pertencentes à Formação Graxaim e nomeados por Tomazelli & Villwock (1995 b) como leques alimentados pelo Escudo pré-cambriano. No mapeamento geológico de Menegat *et. al.* (1998) constam como depósitos do Sistema Laguna-barreira I (depósitos de leques aluviais) (Figura 09), os quais datados como anteriores as transgressões marinhas do Quaternário.

Além do sistema deposicional de leques aluviais, desenvolvido no contato com as “terras altas” do Escudo, de acordo com Tomazelli & Villwock (1995 b, p. 386): “(...) a

Planície Costeira do RS progradou para leste, através da coalescência lateral de quatro sistemas deposicionais do tipo 'laguna-barreira'. Cada um destes sistemas registra o pico de uma transgressão, seguida de um evento regressivo.” É provável que os quatro sistemas deposicionais, Sistema Laguna-Barreira I, II, III e IV, tenham-se formado nos últimos quatrocentos (400) Ma (TOMAZELLI & VILLWOCK, 1995 b).

Para área da bacia do Feijó, no mapeamento apresentado por Menegat *et. al.* (1998), são registrados ocorrências dos Sistemas Laguna-Barreiras I, III e IV, os quais correlacionados pelo autor, respectivamente, como depósitos eluvionares, de terraços fluviais e de planícies e de canais fluviais.

O Sistema Laguna-Barreira I, o mais antigo dos sistemas deposicionais do tipo Laguna-Barreira, desenvolveu-se como resultado do primeiro evento transgressivo-regressivo pleistocênico. A carga sedimentar carreada pelos canais fluviais que drenaram as “terras altas” adjacentes, as superfícies pré-cambrianas (do Escudo) no caso da bacia do Feijó, acumulou-se em ambientes de sedimentação lagunar, fluvial e paludal (pantanosos). Tais ambientes se desenvolveram condicionados aos eventos transgressivo-regressivos que se sucederam no Quaternário. A cada nova ingressão marinha parte dessas superfícies eram submersas e os depósitos existentes retrabalhados. Desse modo, o pacote sedimentar, que se acumulou no espaço geológico-geomorfológico do Sistema Lagunar I, contempla registros destes diferentes eventos, envolvendo depósitos aluviais, lagunares, lacustres e paludiais de idades diversas (TOMAZELLI & VILLWOCK, 1995 b).

Na estratigrafia do Sistema Laguna-Barreira I, achados de traços fósseis atestam a ocorrência de paleossolos e sua distribuição irregular, entre os estratos sedimentares, indicam as alternâncias climáticas pretéritas. Essas observações são sustentadas em Tomazelli & Villwock (1995 b, p. 388):

Embora na maior parte dos afloramentos as estruturas sedimentares primárias tenham sido destruídas, é possível observar, em muitos locais, a ocorrência de estruturas biogênicas (traços fósseis), especialmente aquelas associadas ao crescimento de raízes. As feições aparecem como tubos verticalizados de coloração esbranquiçada, devido à redução local do óxido de ferro. A concentração destas estruturas em determinados níveis dos afloramentos pode ser indicativa de paleossolos e sua recorrência nos afloramentos seria mais um registro das oscilações climáticas cíclicas que atingiram a região durante o Pleistoceno, induzidas, provavelmente, pelas variáveis orbitais de Milankovitch. Os paleossolos representam uma fácies sedimentar que pode refletir os ciclos de Milankovitch, uma vez que a formação dos solos é extremamente sensível às variações climáticas, especialmente as relacionadas às taxas de precipitação e evaporação. Assim, em períodos de climas mais úmidos, as dunas da Barreira I ficaram

estabilizadas pela vegetação. Em fases climáticas mais áridas, a vegetação seria destruída e atividade eólica seria retomada.

No auge da primeira transgressão marinha no pleistoceno (período Quaternário), Menegat *et al.* (1998, p. 19) sustenta que: “(...) devido à elevação das temperaturas no planeta, ocorreu o degelo das regiões polares e da neve acumulada em altas altitudes durante o período glacial, o que fez o mar invadir amplas áreas da região costeira do RS”. Nessa ocasião, áreas de maiores altitudes da região de Porto Alegre, e, portanto, da bacia do Feijó, configuraram-se como ilhas, eventualmente ligadas ao continente por restingas arenosas (MENEGAT *et al.*, 1998).

O Sistema Laguna-Barreira III está associado a um terceiro evento transgressivo-regressivo pleistocênico. Baseados em datações radiométricas da série do Urânio realizadas em amostras de corais, conforme Tomazelli & Villwock (1995 b, p. 390):

Martin et al (1982) atribuíram a estes depósitos uma idade de cerca de cento e vinte (120) Ma. Uma idade semelhante foi encontrada por Poupeau et al. (1985) na datação das areias eólicas da Barreira III pelo método da termoluminescência (...) Na porção média da atual Planície Costeira do RS os depósitos associados a este evento transgressivo-regressivo pleistocênico atuaram como uma verdadeira barreira, isolando do lado do continente, na região retrobarreira, um importante sistema lagunar (Sistema Lagunar III) hoje em dia ocupado, em sua maior parte, pela Lagoa dos Patos.

O sistema Lagunar III reporta a uma diversidade de ambientes deposicionais instalados na região retrobarreira, grande parte deles relacionados aos expressivos corpos lagunares, precursores do atual Sistema Pato-Mirim. Todavia, também se destacam as formações dos terraços dos canais fluviais que drenam a região. As oscilações no nível médio do mar, suas repercussões nas alternâncias dos níveis de bases e nos processos erosivos e deposicionais dos canais fluviais da região, ensejaram na estruturação de terraços fluviais, dentre os quais, por exemplo, os terraços fluviais do rio Gravataí (Figura 09) (ARIENTI (1986) *apud* TOMAZELLI & VILLWOCK, 1995 b; MENEGAT *et al.*, 1998).

O mais recente sistema deposicional do tipo “Laguna-Barreira” da Planície Costeira do RS, o Sistema Laguna-Barreira IV, desenvolve-se desde o Holoceno (há cerca de cinco – 5 - Ma), como consequência da última Transgressão Pós-Glacial. A ingressão marinha, no máximo transgressivo holocênico, estendeu-se pelos terrenos baixos situados entre os depósitos das barreiras pleistocênicas e o sistema de leques aluviais, redefinindo, mais uma vez, o Sistema Lagunar Pato-Mirim (VILLWOCK, 1984 *apud* TOMAZELLI & VILLWOCK, 1995 b).

As transformações no Sistema Laguna-Barreira IV são controladas, de acordo com Tomazelli & Villwock (1995 b, p. 393), basicamente, por quatro mecanismos:

(1) as variações do nível de base regional, incluindo o lençol freático, que acompanharam as flutuações holocênicas do NRM (nível relativo do mar); (2) o progressivo avanço da vegetação marginal dos corpos aquosos; (3) o aporte de sedimentos clásticos trazidos pelos cursos fluviais e (4) a migração das dunas eólicas livres que avançam pelo flanco leste destes ambientes. Estes mecanismos controlam não somente a velocidade em que transcorrem os processos evolutivos, mas também a natureza textural e composicional das fácies que se acumulam nos diversos ambientes deposicionais.

O Sistema Laguna-Barreira IV é reconhecido por Tomazelli (1990) e Tomazelli & Villwock (1990) *apud* Tomazelli & Villwock (1995 b) como um complexo de ambientes e subambientes deposicionais. Configuram-se na bacia do Feijó, deste complexo, os ambientes aluviais do arroio Feijó e de seus tributários, os quais, resultantes de processos esculturais de natureza geológica recente sobre os granitóides, paleo-leques aluviais, eluviões e terraços fluviais do rio Gravataí (Figura 09).

3.1.1.2. Características texturais e estruturais das unidades litoestratigráficas da bacia hidrográfica do arroio Feijó

A ordem de apresentação das características texturais e estruturais das unidades litoestratigráficas da bacia do Feijó, ao contrário do modo enunciado no item anterior, segue-se em ordem geocronológica genética regressiva, ou seja, apresentam-se as características das unidades de gêneses mais recentes às características das unidades de gêneses mais distantes, na escala do tempo geológico.

3.1.1.2.1. Sistemas deposicionais do tipo “Laguna-Barreira IV; III e I”

O Sistema Laguna-Barreira IV compreende depósitos holocênicos, de planície e de canais fluviais, resultantes de processos esculturais sobre granitóides, paleo-leques aluviais, eluviões e terraços fluviais do rio Gravataí. Rehbein (2005) constatou a formação de depósitos tecnogênicos ao longo de seções fluviais tributárias do arroio Feijó. Os depósitos do Sistema Laguna-Barreira IV, conforme Menegat *et al.* (1998), estruturam-se, sobretudo, por areias grossas e conglomeráticas, amareladas, intercaladas com corpos tabulares síltico-argilosos.

O Sistema Laguna-Barreira III compreende depósitos pleistocênicos, de terraços fluviais do rio Gravataí que, conforme Menegat *et al.* (1998), caracterizam-se por areias grossas e conglomeráticas, esbranquiçadas a avermelhadas, moderadamente selecionadas, dispostas em camadas lenticulares, com gradação normal e estratificação cruzada acanelada.

Em relação ao **Sistema Laguna-Barreira I**, diferentes trabalhos abordam a descrição destes depósitos. Citados por Tomazelli & Villwock (1995 b), destacam-se as contribuições de Delaney (1965), em “Fisiografia e geologia da superfície da planície costeira do RS”; Jost (1971), em “O Quaternário da região norte da Planície Costeira do RS” e Arienti (1986), em “Evolução paleogeográfica da bacia do rio Gravataí”.

O Sistema Laguna-Barreira I compreende depósitos pleistocênicos que remontam ao primeiro evento transgressivo-regressivo do Quaternário, retrabalhados desde então e, em tempos geológicos recentes, em processos de eluviação. De acordo com Menegat *et. al.* (1998), caracterizam-se por areias médias a grossas, avermelhadas, mal selecionadas, cuja matriz é siltico-argilosa, de origens pedogenéticas.

Conforme Tomazelli & Villwock (1995 b), os processos pós-deposicionais, desde a primeira transgressão marinha pleistocênica, foram responsáveis pela destruição quase que total das estruturas sedimentares primárias do Sistema Laguna-Barreira I. Atestam os autores que o elevado conteúdo em matriz siltico-argilosa (às vezes superior a 15%) é uma das características marcantes dos sedimentos desse Sistema. Tal característica parece estar associada à alteração diagenética dos minerais, especialmente feldspatos, e a processos de infiltração (iluviação) das argilas (TOMAZELLI & VILLWOCK, 1995 b). Este comportamento foi demonstrado por Arienti (1986), que verificou um aumento progressivo do conteúdo de argilas em profundidades e que, composicionalmente, as argilas constituintes da matriz dos sedimentos do Sistema Laguna-Barreira I se revelam pertencentes, sobretudo, à família das caolinitas.

3.1.1.2.2. Sistema de leques aluviais (leques alimentados pelo Escudo Pré-cambriano)

“Dentre os principais trabalhos que se ocuparam do estudo das fácies pertencentes ao sistema de leques alimentados pelo Escudo podem ser destacados as contribuições de Delaney (1965), Ayala (1977), Lehugeur (1992) e Bittencourt (1993)” (TOMAZELLI & VILLWOCK, 1995 b, p. 385).

Como consequência do predomínio de rochas fontes graníticas e da curta duração e distância do transporte, as fácies deste Sistema, em áreas como as da bacia do Feijó, têm como característica a imaturidade textural e mineralógica, exibindo uma composição essencialmente arcoseana. As fácies englobam os produtos de remobilização gravitacional de mantos de alteração das rochas graníticas, envolvendo elúvios e colúvios. Os episódios deposicionais são normalmente bem delimitados pela presença comum de pavimentos

pedregosos (“linhas de pedra”) formados principalmente por seixos de quartzo provenientes dos veios que cortam as rochas fontes (TOMAZELLI & VILLWOCK, 1995 b).

Estas fácies podem apresentar unidades de diamictitos em que o arcabouço, constituído por grânulos de quartzo e feldspato, encontra-se sustentado por uma matriz lamítica maciça, sugerindo gênese a partir de processos do tipo fluxo de detritos. Também podem ocorrer fácies relativamente bem estratificadas, reflexos deposicionais de fluxos torrenciais canalizados. As argilas destas fácies lamíticas são formadas basicamente por caolinita. Sob o ponto de vista petrográfico, as fácies se caracterizam por serem friáveis e apresentarem um elevado conteúdo em feldspato (TOMAZELLI & VILLWOCK, 1995 b; MENGAT, et. al., 1998).

3.1.1.2.3. As unidades graníticas

O primeiro trabalho de reconhecimento das unidades graníticas na região de Porto Alegre se deve a Schneider, Loss & Pinto (1974), os quais descreveram sete grandes unidades de rochas graníticas e migmatíticas, além de duas gerações de diques. Esse mapeamento abrangeu toda a Folha de Porto Alegre e uma porção da Folha de Guaíba, na escala de 1:50.000. Na década de 1990, retomando o trabalho anterior, destacam-se as pesquisas de Philipp, destacando-se Philipp (1998), e Menegat *et. al.* (1998). As rochas graníticas foram descritas como pertencentes às suítes graníticas tardi a pós-colisionais, com posicionamentos vinculados às movimentações finais de zonas de cisalhamento (OLIVEIRA, 2001).

Apresenta-se, na tabela 02, uma comparação entre as unidades litodêmicas, reconhecidas na bacia do Feijó, propostas por Schneider, Loss & Pinto (1974); Philipp (1998) e Menegat *et. al.* (1998), assim como, para as unidades, os agrupamentos em suítes intrusivas indicados em Oliveira (2001).

Tabela 02. Comparação entre unidades litodêmicas propostas por Schneider, Loss & Pinto (1974); Philipp (1998) e Menegat *et. al.* (1998) e suas respectivas suítes intrusivas de acordo com Oliveria (2001)

Schneider, Loss & Pinto (1974)	Philipp (1998)	Menegat <i>et. al.</i> (1998)	Oliveira (2001)
Granito Santana e Granito Ponta Grossa	Granito Santana e Granito Ponta Grossa	Granito Santana	Suíte Intrusiva Itapuã
Migmatitos Homogêneos	Granito Viamão	Granito Feijó	Suíte Intrusiva Porto Alegre
Granito Independência	Granito Independência	Granito Independência	

Migmatitos Homogêneos	Granito Viamão	Granito Saint Hilaire	Suíte Intrusiva Viamão
Migmatitos Homogêneos	Granito Viamão	Granodiorito Lomba do Sabão	

Fonte: Adaptado de Oliveira (2001, p. 16)

Neste trabalho, conforme já indicado no mapa geológico da bacia do Feijó (Figura 09), utiliza-se expressamente, ainda que pequenas adaptações se tenham realizadas, do trabalho de Menegat *et. al.* (1998). Todavia, salvas as relações, também se apropriam de informações dos trabalhos dos demais autores citados, como, por exemplo, das avaliações mineralógicas essenciais e acessórias dos granitóides de ocorrência na bacia do Feijó, realizadas em Oliveira (2001) e adaptadas e apresentadas nas tabelas 03 e 04.

Tabela 03. Médias percentuais (%) dos minerais essenciais dos granitóides de ocorrência na área da bacia do Feijó

Minerais Granitos	Quartzo - Qz (%)	Plagioclásio - Pl (%)	Feldspato alcalino- Fa (%)	Biotita - Bt (%)
Santana	26,7	17,0	53,7	2,7
Feijó	30,0	10,0	46,7	13,3
Independência	26,0	19,0	76,3	10,8
Saint Hilaire	27,6	33,8	27,4	11,2
Lomba do Sabão	29,4	34,0	21,0	13,0

Fonte: Oliveira (2001, p. 25)

Tabela 04. Minerais acessórios dos granitóides de ocorrência na área da bacia do Feijó: (-) não encontrados; (tr) traços

Minerais Granitos	Anfibólio (-, tr)	Titanita (-, tr)	Alanita (-, tr)	Zircão (-, tr)	Apatita (-, tr)	Opacos (-, tr)	Muscovita (-, tr)	Clorita (-, tr)
Santana	-	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
Feijó	-	-	tr	tr	tr	tr	tr	tr
Independência	tr	-	tr	tr	tr	tr	tr	tr
Saint Hilaire	tr	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr
Lomba do Sabão	-	tr	tr	tr	tr	tr	-	tr

Fonte: Oliveira (2001, p. 25)

3.1.1.2.3.1. Os granitóides pós-transcorrentes: unidades litodêmicas das suítes intrusivas de Itapuã; Porto Alegre e Viamão

Suíte intrusiva Itapuã

Os **diques riolíticos** em áreas da bacia, de um a cinco metros de espessura por até três quilômetros de extensão, intrudem os granitos Saint Hilaire e Independência. Representam as manifestações tardias do magmatismo na região. Ocorrem na forma de enxames de diques com corpos paralelos. As relações com as rochas graníticas são invariavelmente discordantes, e os contatos são retos e bem definidos (Menegat *et. al.* 1998; Oliveira, 2001; Philipp, 2008).

Os diques, conforme Oliveira (2001, p. 43) caracterizam-se como:

(...) maciços, vermelho-claros, textura porfirítica e glomeroporfirítica com pórfiros (1 a 2mm) de feldspato alcalino, quartzo e, subordinadamente, plagioclásio e biotita, imersos numa matriz afanítica de coloração avermelhada. Os fenocristais de quartzo são abundantes e possuem formas arredondadas de 1 a 5mm de diâmetro e, por vezes, fraturados com embainhamento.

As Figuras 14 A. e 14 B., a partir das ilustrações de aspecto de campo e de fotomicrografia, respectivamente, indicam características texturais e estruturais dos diques. Na fotomicrografia se observam concentrações de cristais grandes de Qz, Fa e PL, circundados por uma matriz muito fina composta por cristais de Qz e Fa.

O **granito Santana** é uma intrusão alongada de direção NE-SW na porção centro-oeste da área da bacia do Feijó. É intrusivo aos granodioritos Três Figueira (granitóide colisional e embasamento regional, não aflorante em áreas da bacia) e ao Lomba do Sabão.

Varia de sienogranito a monzogranito laranja a vermelho, com textura equigranular média a grossa (Figura 14 C.) e, localmente, porfirítica com megacristais de feldspato alcalino (2 a 3cm). O fluxo magmático é marcado por foliação subvertical, materializada pela biotita, e pela lineação de quartzo e feldspato alcalino. Apresenta enclaves e zonas de deformação, especialmente concentradas nas bordas da intrusão, marcadas por bandas mineralógicas milimétricas e descontínuas (Menegat, *et. al.*, 1998; Oliveira, 2001).

A Figura 14 D., fotomicrografia de uma amostra do granito Santana, ilustra características texturais/ estruturais litológicas. Observam-se, na fotomicrografia, um cristal grande de Fa e outro de PL circundados por cristais menores de Qz, Bt, Fa e PL.

Suíte Intrusiva Porto Alegre

O **Granito Feijó** é um pequeno corpo alongado de direção NE-SW, com área aproximada de dois quilômetros quadrados, aflorando na porção NE da bacia. Veios métricos a centimétricos deste granito intrudem o granodiorito Lomba do Sabão. É um sienogranito rosa - acinzentado com textura equigranular média e localmente porfirítica (Menegat *et. al.* 1998; Oliveira, 2001) (Figura 15 A.).

Na fotomicrografia do granito Feijó se apresenta uma amostra de sua composição textural/ estrutural microscópica: cristais de Qz, Fa, Pl e cristais de Bt circundados por cristais menores dos mesmos minerais alinhados em bandas irregulares e descontínuas (Figura 15 B.) (Menegat *et. al.* 1998). De acordo com Oliveira (2001), as relações texturais/ estruturais sugerem que a cristalização magmática foi iniciada com a formação da Bt, seguindo-se por Pl, Fa e Qz.

O **granito Independência** é intrusivo no granodiorito Três Figueira e no granito Saint Hilaire. Varia de monzogranito a sienogranito de coloração cinza clara, com textura equigranular média a grossa (Figura 15 C.). O granito tem estrutura maciça, ainda que enclaves compostos por Bt sejam verificados (Oliveira, 2001). Na fotomicrografia do granito Independência se apresenta uma amostra de sua composição textural/ estrutural microscópica: cristais de Pl, Fa e, subordinadamente, cristais de Bt (Figura 15 D.) (Menegat *et. al.* 1998). A provável ordem de cristalização é anfibólio e Pl, seguindo-se por Bt, Qz e Fa (Oliveira, 2001).

**Figura 14. (A) aspecto de campo de riolito; (B) fotomicrografia de riolito;
(C) aspecto de campo do granito Santana; (D) fotomicrografia do granito Santana;
Fonte: Menegat *et. al.* (1998)**

Figura 15. (A) aspecto de campo do granito Feijó; (B) fotomicrografia do granito Feijó; (C) aspecto de campo do granito Independência; (D) fotomicrografia do granito Independência;
Fonte: Menegat *et. al.* (1998)

Constata Philipp (1998, 2008) que o granito Independência possui significativa variação textural na escala de afloramento, ocorrendo como uma complexa rede de veios, diques e bandas. No granito, observa constantemente a atuação dos esforços tectônicos, marcados pela presença de feições deformativas em todos os minerais, entre outras, como microfraturas, encurvamento de maclas, sobrecrecimentos e recristalizações mineralógicas.

Suíte Intrusiva Viamão

O **granito Saint Hilaire** é a litologia mais extensa da área, aflorando ao norte, leste e sudeste da bacia do Feijó. É composto por monzogranitos e granodioritos, cinzas, com textura preponderantemente inequigranular porfirítica média (Figura 16 A.). É cortado por diques riolíticos (Menegat, *et. al.* 1998; Oliveira, 2001). Microscopicamente, observam-se minerais de aspectos corroídos e de clivagem irregular. Na fotomicrografia do granito Saint Hilaire se apresenta uma amostra de sua composição textural/ estrutural microscópica: cristais de Qz, Fa e Pl com cristais de Bt e anfibólio e um cristal grande de titanita (Ti), com forma de losângulo (Figura 16 B.) (Menegat *et. al.*, 1998). As relações texturais sugerem que a cristalização magmática iniciou com a formação de anfibólio, seguindo-se por Bt, Qz, Pl e Fa (Oliveira, 2001).

3.1.1.2.3.2. Granitóide sintranscorrente

O **granodiorito Lomba do Sabão** representa o magmatismo posicionado durante a movimentação da ZCTPOA (Menegat *et. al.*, 1998). É intrudido a leste pelo granito Saint Hilaire e a oeste pelo Granito Santana, aflorando na porção centro-oeste da área da bacia. Tem composição granodiorítica a monzogranítica, cinza, com textura porfirítica e matriz inequigranular média a grossa (Figura 16 C.). No granodiorito, enclaves máficos a base de Bt são comuns (Menegat *et. al.*, 1998; Oliveira, 2001).

Na fotomicrografia do granodiorito Lomba do Sabão (Figura 16 D.) se apresenta uma amostra de sua composição textural/ estrutural microscópica: cristais grandes de Qz, Fa, PL e Bt, numa matriz de cristais menores de minerais da mesma espécie (Menegat *et. al.*, 1998). As relações texturais indicam que a cristalização magmática iniciou com a formação de Bt, seguindo-se por Pl, Qz e Fa (Oliveira, 2001).

Figura 16. (A) aspecto de campo do granito Saint Hilaire; (B) fotomicrografia do granito Saint Hilaire; (C) aspecto de campo do granito Lomba do Sabão; (D) fotomicrografia do granito Lomba do Sabão;
Fonte: Menegat *et. al.* (1998)

3.1.2. Considerações pedológicas

3.1.2.1. Unidades de mapeamento de solos

As unidades de mapeamento de solos constituem um conjunto de áreas de solos, com posições e relações definidas na paisagem. As unidades de mapeamento são definidas em função da (s) unidade (s) taxonômica (s) que a (s) compõe (m). Uma unidade taxonômica corresponde a uma classe de solo de um determinado nível categórico do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) (SANTOS *et al.*, 2006).

A unidade de mapeamento pode ser designada pelo nome de uma única unidade taxonômica (unidade simples) ou por várias unidades taxonômicas (unidade combinada). Numa unidade simples há predominância de uma classe de solos, com variações mínimas de características e propriedades. No mínimo, 70% dos *pedons*, em cada delineação de uma unidade simples, devem pertencer à classe taxonômica que lhe nomeia. As unidades combinadas são, em geral, apresentadas enquanto associações, complexos e ou grupos indiferenciados de solos. Na sua estruturação, comportam duas ou mais unidades taxonômicas de solos (IBGE, 2007; SCHNEIDER *et. al.*, 2008). Interessam, neste trabalho, as associações e os grupos indiferenciados de solos.

A associação de solos é um grupamento de unidades taxonômicas, associadas geográfica e regularmente num padrão de arranjo definido. A associação de solos é constituída por unidades taxonômicas distintas, com limites nítidos ou mesmo pouco nítidos entre si, que podem ser individualizadas em levantamentos de solos pormenorizados. A associação é estabelecida, principalmente, pela necessidade de generalizações cartográficas, em função da escala e do padrão de ocorrência dos solos de uma área. Os grupos indiferenciados de solos são constituídos pela combinação de duas ou mais unidades taxonômicas com semelhanças morfogênicas e, portanto, pouco diferenciadas. São constituídos por unidades taxonômicas afins, com morfologia e propriedades muito semelhantes e com respostas similares às práticas de uso e manejo (IBGE, 2007; SCHNEIDER *et. al.*, 2008).

Ainda, seja nas unidades de mapeamento simples ou combinadas, em proporções menores, é comum a ocorrência de outras unidades taxonômicas de solos, além da constituinte ou constituintes principais das unidades de mapeamento. Estas ocorrências são designadas por inclusões e, em geral, representam menos de 20% da área total da unidade de mapeamento (IBGE, 2007; SCHNEIDER *et. al.*, 2008).

Na bacia do Feijó, em função da complexidade de ocorrência dos solos e da escala de trabalho no levantamento realizado (1:40.000), são identificadas, a partir do trabalho de Jungblut (1994), quatro diferentes unidades de mapeamento de solos: PL; PV2; PV1; R1, apresentadas em três associações e um grupo indiferenciado de solos, os quais agrupam sete unidades taxonômicas de solos (TABELA 05).

O trabalho de Jungblut (1994) apresenta dados relacionados ao antigo SiBCS, assim sendo, a fim de se atualizarem tais dados, estrutura-se uma correlação entre as unidades taxonômicas de solo apresentados em Jungblut (1994) e as unidades correspondentes ao SiBCS de 2006, apresentadas em Santos *et. al.* (2006). Também, reforçando-se essa correlação e complementando informações, enunciam-se dados do trabalho de Schneider *et. al.* (2008) que, baseados no SiBCS de 2006, identificam classes taxonômicas em unidades de mapeamento de solos em áreas da bacia do Feijó situadas no município de Porto Alegre (TABELA 05).

Tabela 05. Unidades de mapeamento e unidades taxonômicas de solos correspondentes na Bacia do Feijó/ RS

Unidades de mapeamento (JUNGBLUT, 1994)	Unidades taxonômicas (JUNGBLUT, 1994)	Unidades taxonômicas (SiBCS, 2006; SCHNEIDER <i>et. al.</i>, 2008)
PL -Associação-	PLANOSSOLOS Eutróficos Ta; SOLOS GLEI POUCO HÚMICO Eutróficos Ta;	PLANOSSOLOS HIDROMÓRFICOS Ta Distróficos e Eutróficos; Espessarênicos ou Típicos; GLEISSOLOS HÁPLICOS Ta Distróficos e Eutróficos Típicos;
PV2 -Grupo indiferenciado-	PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO Distróficos Tb;	ARGISSOLOS VERMELHOS Distróficos Típicos; ARGISSOLOS VERMELHO- AMARELOS Tb Distróficos Típicos;
PV1 -Associação-	PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO Distrófico Tb; CAMBISSOLOS Tb;	ARGISSOLOS VERMELHOS e ou VERMELHO-AMARELOS Tb Distróficos Típicos; CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos Típicos;
R1 -Associação-	SOLOS LITÓLICOS Tb; CAMBISSOLOS Tb.	NEOSSOLOS LITÓLICOS Distróficos Típicos e ou NEOSSOLOS REGOLÍTICOS Distróficos Típicos; CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos Típicos.

Ta – argila de atividade alta; Tb – argila de atividade baixa;
Fontes: Jungblut (1994); Santos *et. al.* (2006); Schneider *et. al.* (2008)

Enquanto associações e grupo indiferenciado de unidades taxonômicas de solos, as unidades de mapeamento de solos ocorrem em classes de relevo plano, suave ondulado, ondulado, forte ondulado e montanhoso (TABELA 06) e incidem sobre áreas de depósitos fluviais, eluvionares, coluvionares, de leques aluviais e substratos granitóides (TABELA 07).

Tabela 06. Descrição das classes de relevo

Classes de Relevo	Descrição
Plano	Superfícies de topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos, com declividades variáveis $\leq 3\%$. Compreendem planícies e ou terraços fluviais.
Suave ondulado	Superfícies de topografia pouco movimentada, constituída por elevações de altitudes relativas até 100m, apresentando declives suaves, predominantemente variáveis $> 3\%$ a $\leq 8\%$. Compreendem colinas e ou outeiros (morrotes).
Ondulado	Superfícies de topografia pouco movimentada, apresentando declividades moderadas, predominantemente variáveis $> 8\%$ a $\leq 20\%$. Compreendem colinas e ou outeiros.
Forte ondulado	Superfícies de topografia movimentada, constituída de elevações de até 200m de altitudes relativas e com declives fortes, predominantemente variáveis $> 20\%$ a $\leq 45\%$. Compreendem outeiros e ou morros, raramente colinas.
Montanhoso	Superfícies de topografia vigorosa, com predomínio de formas acidentadas, apresentando desnivelamentos relativamente grandes e declives fortes e muito fortes, predominantemente variáveis de $> 45\%$ a $\leq 75\%$. Compreendem morros e ou montanhas.
Escarpado	Áreas com predomínio de formas abruptas, compreendendo vertentes muito íngremes, de declives muito fortes, usualmente ultrapassando 75%. Compreendem encostas de aparados, itaimbés, frentes de cuevas, falésias, etc.

Fontes: Santos, *et. al.* (2006); Florenzano (2006)

As classes de relevo qualificam condições de declividade e de configuração superficial dos terrenos, que indicam as formas do modelado terrestre. Com base nas classes de relevo e também com base nos substratos litoestratigráficos, apresenta-se na Tabela 07 a espacialização das unidades de mapeamento de solos, com suas respectivas inclusões, na bacia do Feijó.

Tabela 07. Unidades de mapeamento de solos na bacia do Feijó/ RS: descrições de áreas de ocorrência e de inclusões

Unidades de mapeamento	Descrição da área de ocorrência – Relevo e substrato	Inclusões
PL - Associação de PLANOSSOLOS HIDROMÓRFICOS e GLEISSOLOS HÁPLICOS.	Relevo – Plano; Substrato – Depósitos fluviais.	ARGISSOLOS VERMELHOS e ou VERMELHO-AMARELOS
PV2 - Grupo indiferenciado de ARGISSOLOS VERMELHOS e ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS	Relevo - Suave ondulado e ondulado; Substrato – Depósitos eluvionares, coluvionares e ou de leques aluviais, granodiorito Lomba do Sabão, granito Independência, granito Saint Hilaire e granito Feijó.	PLANOSSOLOS HIDROMÓRFICOS e ou GLEISSOLOS HÁPLICOS

PV1- Associação de ARGISSOLOS VERMELHO ou VERMELHO-AMARELOS com CAMBISSOLOS HÁPLICOS	Relevo – Ondulado e forte ondulado; Substrato – Granodiorito Lomba do Sabão, granito Saint Hilaire e granito Santana;	NEOSSOLOS LITÓLICOS e ou NEOSSOLOS REGOLÍTICOS
R1 - Associação de NEOSSOLOS LITÓLICOS e ou NEOSSOLOS REGOLÍTICOS com CAMBISSOLOS HÁPLICOS	Relevo - Forte ondulado e montanhoso Substrato – Granito Santana	ARGISSOLOS e ou afloramentos de rochas

Fontes: Jungblut (1994); Bastos, Valente & Dias (1998); Schneider *et. al.*, 2008

Além das unidades de mapeamento e respectivas unidades taxonômicas de solos mencionadas até então, Schneider *et. al.* (2008) destaca na região a ocorrência de superfícies significativamente alteradas pela ação antrópica, tais como áreas de empréstimo, decapagem, terraplenagem, aterros com materiais diversos (entulhos de construção, resíduos domésticos, industriais...), etc., situações, nas quais, observou a remoção parcial ou total dos solos e ou seu soterramento. Observa o referido autor que não há inclusão destes *solos* no SiBCS, mas termos genéricos em referência a eles, entre outros, como: solos construídos, solos urbanos, solos tecnogênicos e tipos de terreno.

No mapeamento apresentado em Schneider *et. al.* (2008) esses *solos* são reconhecidos pelo termo tipos de terreno (TTs) e são encontrados, em maior ou menor proporção, em todas as unidades de mapeamento. Dado a escala de representação do mapa das unidades de mapeamento de solos, em muitos casos, não foi possível a cartografia dos mesmos. Acresce ainda o autor que as áreas urbanizadas, apesar de constarem no mapa das unidades de mapeamento de solos como constituídas por diversas unidades taxonômicas de solos, constituem na verdade, em grande parte, TTs, devido à significativa alteração que sofreram essas unidades taxonômicas no processo de urbanização.

3.1.2.2. Unidades taxonômicas de solos

3.1.2.2.1. Elementos morfológicos de abordagem

“As características morfológicas representam a aparência do solo no campo, sendo visíveis a olho nu ou perceptíveis por manipulação” (STRECK, 2008, p. 19). A descrição morfológica de um perfil de solo se inicia com a identificação e a separação dos horizontes do solo, em seguida, diferentes características morfológicas são descritas em cada horizonte (STRECK *et. al.*, 2008).

Destacam-se, neste trabalho, características morfológicas referentes à cor, à textura, à macroestrutura, à porosidade, à cerosidade, à consistência e à transição dos horizontes dos perfis de solos das diferentes unidades taxonômicas enunciadas, também, especulam-se as classes de profundidade dos solos e características relativas às suas fertilidades químicas.

a. Cor

“(...) as cores dos diversos horizontes do perfil de solo permitem uma série de interpretações úteis a respeito do ambiente de cada solo” (STRECK *et. al.*, 2008, p. 22).

A cor revela a natureza e a condição dos constituintes do solo. Os principais constituintes minerais do solo são a argila e o quartzo, que interagem diferentemente com outros constituintes, tais como os óxidos e hidróxidos de ferro e a matéria orgânica. As argilas são opacas e esbranquiçadas; o quartzo translúcido; os óxidos e hidróxidos de ferro apresentam cores, em meio oxidante, que do vermelho escuro (hematita) ao amarelo e bruno amarelado (goetita) e, em meio redutor, do cinza ao cinza azulado ou esverdeado; a matéria orgânica humificada apresenta cores que do negro ou do castanho escuro ao cinza escuro. (MANFREDINI *et. al.*, 2005)

A cor de determinado horizonte de solo pode ser ou não homogênea. Quando não, pode apresentar manchas, mosqueados, indicadores da ocorrência de feições pedológicas diferenciadas, de segregações de constituintes do solo, de drenagens imperfeitas nos ou entre os horizontes do solo (LE MOS & SANTOS, 1984; 1996; MANFREDINI *et. al.*, 2005)

A indicação das cores, no item caracterização morfológica das unidades taxonômicas de solos, é dada com base em amostras umedecidas, utilizando-se como referência da tabela de cores *Munsell*.

b. Textura

A textura se refere à proporção relativa das partículas de areia, silte e argila que compõem a *terra fina* do solo - frações menores que dois (2) mm. No campo a textura pode ser estimada pelo tato, esfregando-se uma amostra de solo úmido, amassada e bem homogeneizada, entre o polegar e o indicador. O método se baseia nas diferentes sensações que as frações areia, silte e argila oferecem ao tato (TABELA 08). Os solos também podem conter materiais de diâmetros superiores a dois (2) mm, como cascalhos (diâmetro > 2 a 20mm), calhaus (20mm a 20cm) e matações (> 20cm), além de nódulos e concreções (LE MOS & SANTOS, 1984; 1996; STRECK *et. al.*, 2008).

Tabela 08. Dimensão das partículas, frações granulométricas e a sensação ao tato em amostra úmida e homogeneizada.

Diâmetro das partículas (mm)	Fração granulométrica	Sensação ao tato quando esfregada entre o polegar e o indicador
2 – 0,2	Areia grossa	Aspereza; quando molhada não é plástica e nem pegajosa;
0,2 – 0,05	Areia fina	
0,05 – 0,002	Silte	Sedosidade; quando molhada é ligeiramente plástica e não é pegajosa;
< 0,002	Argila	Sedosidade; quando molhada é plástica e pegajosa.

Fonte: Streck *et. al.* (2008, p. 24)

Raramente se encontra um solo que seja constituído de uma só fração granulométrica. Desse fato, na intenção de se definir as diferentes combinações de areia, silte e argila, estabelecem-se classes de textura. Nos trabalhos de Lemos & Santos (1984; 1996), no estabelecimento de classes de textura, adota-se o triângulo americano do “*Soil Survey Manual*” do U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE (1951), com modificações para muito argiloso. As proporções relativas de areia, site e argila que compõem a *terra fina* do solo são agrupadas em treze (13) classes texturais (FIGURA 17).

Figura 17. Guia para identificação das classes de textura

Fonte: Lemos & Santos (1984, p. 16)

c. Macroestrutura

A macroestrutura do solo, a estrutura descrita macroscopicamente no campo, compreende a forma de arranjo das partículas primárias do solo, formando ou não agregados, separados por superfícies de fraqueza. A macroestrutura é caracterizada segundo seu grau de desenvolvimento (grau de estrutura), seu tamanho (classe de estrutura) e sua forma (tipo de estrutura) ((LEMOS & SANTOS, 1984; 1996; IBGE, 2007).

Os graus de desenvolvimento, graus de estrutura, estão relacionados às condições de coesão dentro e fora dos agregados. Estabelecem-se de acordo com os seguintes critérios: Sem agregação - agregados não discerníveis; Fraca - agregados pouco nítidos, de difícil separação, com proporção inferior a de material não agregado; Moderada - nitidez intermediária, com unidades estruturais (agregados) equivalentes a material não agregado; Forte - agregação nítida, com separação fácil dos agregados e praticamente inexistência de material não-agregado ((LEMOS & SANTOS, 1984; 1996; IBGE, 2007).

As classes de estrutura, definidas por seus tamanhos, são classificadas em muito pequena, pequena, média, grande, muito grande e extremamente grande ((LEMOS & SANTOS, 1984; 1996; IBGE, 2007). As dimensões classificatórias constam na Tabela 09.

Tabela 09. Classes de estrutura

Classes	Critérios (mm)		
	Granular e Laminar	Colunar, Prismática e Cuneiforme	Blocos angulares e subangulares
Muito pequena	< 1	< 10	< 5
Pequena	1 a < 2	10 a < 20	5 a < 10
Média	2 a < 5	20 a < 50	10 a < 20
Grande	5 a < 10	50 a < 100	20 a < 50
Muito grande	≥10	100 a < 500	≥ 50
Extremamente grande	-	≥ 500	-

Nota: No caso de estrutura laminar, colunar, prismática e cuneiforme, consideram-se as dimensões do menor eixo. Fonte: IBGE (2007, p. 59)

Na caracterização das formas, tipos de estruturas, as seguintes situações podem ocorrer: a) ausência de agregação das partículas - as partículas se apresentam na forma de grãos simples (areia solta) ou maciços; b) presença de agregação entre as partículas – as partículas se arranjam em formatos específicos: Granular; Blocos angulares e ou subangulares; Laminar; Prismática e ou colunar; Cuneiforme e ou paralelepípedica (FIGURA 18) (LEMOS & SANTOS, 1984; 1996; IBGE, 2007; STRECK *et. al.*, 2008).

Figura 18. Exemplos de tipos de macroestruturas

Fonte: IBGE (2007, p. 55)

Agregados pequenos, cujas partículas estão arranjadas em torno de um ponto, formando agregados arredondados, tipificam a estrutura granular. O contato entre essas estruturas não se dá através de faces e sim de pontos. São reconhecidos por dois subtipos: granular e grumos, diferenciados pela porosidade, os grumos são os mais porosos; Os agregados isodimensionais (com as três dimensões similares) com faces planas e arestas bem definidas tipificam a estrutura em blocos angulares e quando com arestas arredondadas tipificam a estrutura em blocos subangulares; Na estrutura laminar os agregados são tipificados por apresentarem dimensões horizontais maiores que as verticais, evidenciando feições em lâminas de espessuras variáveis; Na estrutura prismática e na colunar, ao contrário, os agregados possuem dimensões verticais maiores que as horizontais, distinguindo-se essas estruturas entre si, respectivamente, pelos topos plano e arredondado; As estruturas com superfícies curvas (elipsoidais) interligadas por ângulos agudos, lembrando cunhas, tipificam os agregados cuneiformes ((LEMOS & SANTOS, 1984; 1996; IBGE, 2007; STRECK *et. al.*, 2008).

d. Cerosidade

A cerosidade compreende concentrações de materiais inorgânicos, enquanto formas de preenchimento de poros ou de revestimento de agregados ou de partículas de frações

grosseiras (grãos de areia, por exemplo), que, macromorfológicamente, apresentam-se tanto como superfícies de aspecto lustroso e de brilho graxo, similares à cera derretida e escorrida, quanto como superfícies brilhantes. A cerosidade resulta da intemperização de alguns minerais, com formação de argilas “*in situ*”, e ou da iluviação de argilas. A avaliação da cerosidade, quanto ao seu grau de desenvolvimento, é feita de acordo com a maior ou menor nitidez e contraste em relação à matriz sobre a qual se apresenta, aplicando-se os termos fraca, moderada e forte (LEMOS & SANTOS, 1984; 1996; SANTOS *et al.*, 2006; IBGE, 2007), conforme critérios descritos na tabela 10

Tabela 10. Descrição dos graus de desenvolvimento da cerosidade

Cerosidade	
Grau de desenvolvimento	Descrição
Fraca	Cerosidade de pouca nitidez e com difícil percepção de contraste em relação à cor da matriz do solo. Comumente apenas diagnosticada com o auxílio de lupa (10x ou mais).
Moderada	Cerosidade que apresenta percepção razoável e bom contraste em relação à matriz do solo. Comumente perceptível a vista desarmada.
Forte	Cerosidade cujo contraste e nitidez são perceptíveis a olho nu com grande facilidade.

Fonte: Adaptado de Lemos & Santos (1984); IBGE (2007)

Quando da intenção de quantificação da cerosidade, são utilizados os termos pouca, comum e abundante (LEMOS & SANTOS, 1984; 1996; IBGE, 2007), conforme critérios descritos na tabela 11.

Tabela 11. Descrição da quantificação da cerosidade

Cerosidade	
Quantificação	Descrição
Pouca	Quando, no horizonte, a proporção de agregados recobertos por cerosidade é significativamente diminuta frente à de elementos não recobertos.
Comum	Quando, no horizonte, a proporção de agregados recobertos por cerosidade é equivalente a de elementos não recobertos.
Abundante	Quando, no horizonte, a proporção de agregados recobertos por cerosidade é muito superior a de agregados não recobertos.

Fonte: Adaptado de Lemos & Santos (1984); IBGE (2007)

e. Porosidade

“A porosidade é, ao lado da estrutura, um aspecto essencial da morfologia do solo. É exatamente a porosidade que faz com que o solo desempenhe um papel fundamental no funcionamento geral das paisagens.” (MANFREDINI *et. al.*, 2005, p. 95)

A porosidade se refere ao volume do solo ocupado pela água, ar e seres vivos; constitui-se pela ocorrência de poros, vias preferenciais de transferência de matéria (em estado sólido, líquido e gasoso) e da atividade biológica. Embora grande parte da porosidade seja invisível a olho nu e, mesmo, com o auxílio de lupa, certos tipos de poros, os macroporos, podem ser observados destes modos. (MANFREDINI *et. al.*, 2005; IBGE, 2007)

No campo, a descrição da porosidade é indicada pela forma, tamanho, quantidade e origem dos macroporos (MANFREDINI *et. al.*, 2005). Destacam-se, neste trabalho, informações relativas ao tamanho e a quantidade dos macroporos.

Quanto ao tamanho, classificam-se os macroporos em: poros muito pequenos, de diâmetros inferiores a 1mm; poros pequenos, de diâmetros entre 1 a 2 mm; poros médios, de diâmetros entre 2 a 5mm; poros grandes, de diâmetros entre 5 a 10mm e ou poros muito grandes, de diâmetros superiores a 10mm. (LEMOS & SANTOS, 1984; 1996; MANFREDINI *et. al.*, 2005; IBGE, 2007). Quanto à quantidade, classificam-se os macroporos em: poucos poros; poros comuns; muitos poros. (LEMOS & SANTOS, 1984)

f. Consistência

A consistência expressa à resistência do material do solo à deformação e a ruptura e é condicionada pelas forças de coesão e adesão atuantes na massa do solo, de acordo, sobretudo, com a quantidade de água presente. No campo, a consistência do solo é estimada conforme o estado de umidade do solo. No solo úmido se caracteriza pela friabilidade ao passo que no solo molhado se caracteriza pela plasticidade e pela pegajosidade. (LEMOS & SANTOS, 1984; 1996; IBGE, 2007; STRECK *et. al.*, 2008).

A friabilidade indica a resistência dos agregados úmidos à ruptura e sua posterior condição de reagregação (IBGE, 2007; STRECK *et. al.*, 2008). As classes de friabilidade e seus respectivos critérios de enquadramento constam na tabela 12.

Tabela 12. Classes de friabilidade e respectivos critérios de enquadramento

Classes de friabilidade	Critério de enquadramento - esboroando-se entre o polegar e o indicador uma amostra (torrão) que esteja ligeiramente úmida, tendo-se:
Solto	Quando não coerente.
Muito friável	Quando o material do solo se esboroa com pressão muito leve, mas se agrega por compressão posterior.
Friável	Quando o material do solo se esboroa facilmente sob pressão fraca e moderada entre o polegar e o indicador e se agrega por compressão posterior.
Firme	Quando o material do solo se esboroa sob pressão moderada entre o indicador e o polegar, mas apresenta resistência distintamente perceptível.
Muito firme	Quando o material do solo se esboroa sob forte pressão.

	Difícilmente esmagável entre o indicador e o polegar.
Extremamente firme	Quando o material do solo somente se esboroa sob pressão muito forte. Não pode ser esmagado entre o indicador e o polegar e deve ser fragmentado pedaço por pedaço.

Fonte: Adaptado de Lemos & Santos (1984, p. 26 – 27)

A plasticidade é a capacidade do solo molhado de ser moldado, de continuamente alterar a forma, pela ação da força aplicada, e de preservar a forma imprimida, quando cessa a ação da força. (LE MOS & SANTOS, 1984; 1996; IBGE, 2007; STRECK *et. al.*, 2008). As classes de plasticidade e seus respectivos critérios de enquadramento são descritos na tabela 13.

Tabela 13. Classes de plasticidade e respectivos critérios de enquadramento

Classes de Plasticidade	Critério de enquadramento - rola-se, após amassado, o material do solo entre o indicador e o polegar e se observa se pode ser modelado um fio (cilindro) fino de cerca de 3 a 4mm de diâmetro. Avalia-se, então, o grau de resistência a deformação.
Não plástico	Quando nenhum fio ou cilindro se forma.
Ligeiramente plástico	Quando se forma um fio que é facilmente deformado.
Plástico	Quando se forma um fio, sendo necessária pressão moderada para sua deformação.
Muito plástico	Quando se forma um fio, sendo necessária muita pressão para deformá-lo.

Fonte: Adaptado de Lemos & Santos (1984, p.27)

A pegajosidade é a propriedade que a massa de solo molhado tem de aderir a outros objetos (LE MOS & SANTOS, 1984; 1996; STRECK *et. al.*, 2008). As classes de pegajosidade e suas respectivas determinações constam na tabela 14.

Tabela 14. Classes de pegajosidade e respectivos critérios de enquadramento

Classes de pegajosidade	Critério de enquadramento – comprime-se entre o indicador e o polegar uma massa de solo molhada e homogeneizada se observando a aderência. Tem-se:
Não pegajosa	Quando após cessar a pressão não se verifica nenhuma aderência da massa ao polegar e/ou indicador;
Ligeiramente Pegajosa	Quando após cessar a pressão, o material adere a ambos os dedos, mas se desprende de um deles perfeitamente. Não há apreciável esticamento/ alongamento quando os dedos são afastados;
Pegajosa	Quando após cessar a compressão, o material adere a ambos os dedos e, quando estes são afastados, tende a se alongar um pouco e se romper, ao invés de se desprender de qualquer um dos dedos;
Muito pegajosa	Quando após a compressão, o material adere fortemente a ambos os dedos e se alonga perceptivelmente entre eles quando afastados.

Fonte: Adaptado de Lemos & Santos (1984, p.27-28)

g. Transição

Enuncia-se como transição entre horizontes a faixa de separação entre os mesmos, estabelecida de acordo com sua topografia, nitidez ou contraste e espessura. Quanto à topografia a transição se classifica enquanto: Plana ou horizontal - quando a faixa de separação dos horizontes é paralela à superfície do solo; Ondulada ou sinuosa - quando a faixa de separação apresenta desníveis, em relação a um plano horizontal, mais largos que profundos; Irregular - quando a faixa de separação dos horizontes apresenta desníveis, em relação a um plano horizontal, mais profundos que largos; Quebrada ou descontínua - quando a separação entre os horizontes estão parcial ou completamente desconectadas (FIGURA 19). (LEMOS & SANTOS 1984; 1996; IBGE, 2007)

Figura 19. Tipos de transição entre horizontes de solos, de acordo com a topografia

Fonte: IBGE (2007, p. 40)

Quanto à nitidez ou contraste e espessura, a transição se classifica enquanto: Abrupta - quando a faixa de separação entre os horizontes é menor que 2,5cm; Clara - quando a faixa de separação varia entre 2,5 e 7,5cm; Gradual - quando a faixa de separação varia entre 7,5 e 12,5cm; Difusa - quando a faixa de separação é maior que 12,5cm (LEMOS & SANTOS, 1984; 1996; IBGE, 2007).

h. Classes de profundidade

As classes de profundidade são empregadas para designar condições de solos até um contato lítico ou lítico fragmentário incidente (SANTOS *et. al.*, 2006). Conforme essa observação, a Tabela 15 apresenta o modo como classificadas as profundidades dos solos.

Tabela 15. Classes de profundidade dos solos

Solos	Profundidade
Rasos	≤ 50 cm
Pouco profundos	> 50 cm e ≤ 100 cm
Profundos	> 100 cm e ≤ 200 cm
Muito profundos	> 200 cm

Fonte: Adaptado de SANTOS *et. al.*, (2006)

3.1.2.2.2. Caracterização das unidades taxonômicas de solos: descrições das áreas de ocorrência e morfológicas

Na caracterização das unidades taxonômicas dos solos de ocorrência na bacia do Feijó se utiliza como referência fundamental do trabalho de Jungblut (1994), a partir do qual são estabelecidas as seqüências de horizontes de análises, e como referências complementares dos trabalhos de Bastos; Valente & Dias (1998) e de Schneider *et. al.* (2008).

Os trabalhos apresentam, quando possível a comparação, relativa concordância em relação à distribuição espacial das unidades taxonômicas de solos na área da bacia do Feijó. O mesmo se sucede em relação às características morfológicas dos solos, todavia, quando os dados discordam, ambos, então, são apresentados. Nestes casos, usa-se a expressão “e/ ou”.

A fim de se enriquecer o conteúdo dos trabalhos usados como referência, realizaram-se atividades de campo: contemplou-se *in loco* a distribuição espacial dos solos, tomando como referências a geologia e a geomorfologia, a partir das unidades de vertentes do relevo (topos; encostas: alta, média, baixa; fundos de vale); avaliaram-se elementos dos perfis dos solos e se realizaram exames de tato a partir dos mesmos, na intenção de se reconhecer as características morfológicas enunciadas pelos trabalhos usados como referência.

Conforme previamente apresentados pelas unidades de mapeamento de solos, identificam-se na bacia do Feijó: PLANOSSOLOS HIDROMÓRFICOS Ta Distróficos e Eutróficos, Espessarênicos e Típicos; GLEISSOLOS HÁPLICOS Ta Distróficos e Eutróficos Típicos; ARGISSOLOS VERMELHOS Distróficos Típicos; ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Tb Distróficos Típicos; CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos Típicos; NEOSSOLOS LITÓLICOS Distróficos Típicos e NEOSSOLOS REGOLÍTICOS Distróficos Típicos.

Na descrição dessas unidades taxonômicas de solos, conforme Jungblut (1994); Schneider *et. al.* (2008) e observações a campo, as seguintes características morfológicas, em perfis demonstrativos, foram observadas:

➤ **PLANOSSOLOS HIDROMÓRFICOS Ta Distróficos e Eutróficos, Espessarênicos e Típicos**

Possuindo como substratos depósitos fluviais, ocorrem sobre relevos planos, planícies e ou terraços, cujas vertentes de declividades predominantemente variáveis $\leq 3\%$ Esta unidade está representada por perfis de solos profundos com seqüência de horizontes A-E-Btg-C. (JUNGBLUT, 1994; SCHNEIDER *et. al.*, 2008)

Na tabela 16 se listam algumas características morfológicas dos horizontes mencionados.

Tabela 16. Horizontes e características morfológicas dos perfis demonstrativos de PLANOSSOLOS HIDROMÓRFICOS

Horizonte	Características morfológicas
A / E	O horizonte A apresenta coloração escura (bruno-muito-escura a preta) que contrasta com o horizonte E de cor mais clara (bruno clara a bruno-claro-acinzentada). A transição entre ambos os horizontes se faz gradual e plana. As classes de textura predominantes no horizonte A são franco a franco argilo arenosa, no horizonte E franco arenosa. A macroestrutura nestes horizontes é fracamente desenvolvida, em blocos subangulares e/ ou granulares. Quanto à consistência, solta, não plástica e não pegajosa. A transição para o horizonte Btg é abrupta e plana.
Btg	De coloração bruno acinzentada, este horizonte possui, comumente, mosqueados avermelhados e amarelados. A textura é franco argilo arenosa e/ou franco argilosa. A macroestrutura é prismática, fortemente desenvolvida e com cerosidade forte e abundante. Quanto à consistência, extremamente firme, plástica e pegajosa. A transição para o horizonte C é clara e plana.
C	Possui cores cinzentas, sendo comuns mosqueados em tons escuros. A classe de textura predominante é silte.

Fonte: adaptado de Jungblut (1994) e Schneider *et. al.* (2008)

Os PLANOSSOLOS HIDROMÓRFICOS têm variações quanto: 1) a espessura dos horizontes A e E que pode alcançar até 1,7m, o que identifica os espessarênicos; 2) ao horizonte B que pode apresentar alta saturação por sódio em algumas áreas; 3) ao maior ou menor gradiente textural entre os horizontes A; E e Btg; e 4) a presença de mosqueados de plintita no horizonte Btg. (SCHNEIDER *et. al.*, 2008).

Os PLANOSSOLOS HIDROMÓRFICOS estão incluídos em diferentes unidades de mapeamento: associados aos GLEISSOLOS HÁPLICOS e ou enquanto inclusões aos ARGISSOLOS VERMELHOS e ou VERMELHO-AMARELOS.

➤ GLEISSOLOS HÁPLICOS Ta Distróficos ou Eutróficos Típicos

Possuindo como substratos depósitos fluviais, ocorrem, sobretudo, sobre relevo plano, planícies e ou terraços, cujas vertentes de declividades predominantemente variáveis $\leq 3\%$. Esta unidade está representada por perfis de solos profundos com seqüência de horizontes A-Cg e/ou A-Bg-Cg, onde os horizontes Bg e Cg são do tipo glei. (JUNGBLUT, 1994; SCHNEIDER *et. al.*, 2008)

Na tabela 17 se listam algumas características morfológicas dos horizontes mencionados.

Tabela 17. Horizontes e características morfológicas dos perfis demonstrativos de GLEISSOLOS HÁPLICOS

Horizonte	Características morfológicas
A	Coloração bruno acinzentada escura; textura franca e/ ou franco argilosa; macroestrutura granular fraca a maciça, com certa tendência a ser prismática; consistência muito friável, plástica e pegajosa; transição para o horizonte Bg clara e plana.
Bg	Colorações pretas e cinzentas escuras, comuns a presença de mosqueados; textura franca a franco argilosa; macroestrutura prismática; consistência friável, plástica e pegajosa.
Cg	Cores cinzentas, mosqueados abundantes; textura franco argilosa; macroestrutura maciça, desfazendo-se em grandes blocos angulares e/ ou subangulares; consistência friável, plástica e pegajosa.

Fonte: adaptado de Jungblut (1994) e Schneider *et. al.* (2008)

Quanto à fertilidade química, são moderados a fortemente ácidos, apresentam uma disponibilidade de nutrientes baixa a moderada para as plantas. A espessura e o teor de matéria orgânica do horizonte A são muito variáveis. (SCHNEIDER *et. al.*, 2008)

Os GLEISSOLOS HÁPLICOS ocorrem associados ao PLANOSSOLOS HIDROMÓRFICOS e ou como inclusões na unidade de mapeamento grupo indiferenciado de ARGISSOLOS VERMELHOS e ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS.

➤ ARGISSOLOS VERMELHOS Distróficos Típicos

Possuindo como substratos, fundamentalmente, eluviões, os granitos Saint Hilaire, Independência, Feijó, Santana e o granodiorito Lomba do Sabão, ocorrem, sobretudo, sobre altas e médias encostas de relevos suavemente ondulados a ondulados, colinas e morrotes, cujas vertentes de declividades predominantemente variáveis $> 3\%$ a $\leq 20\%$. Esta unidade está representada por perfis de solos pouco profundos a profundos, com seqüência de horizontes A-Bt-C (JUNGBLUT, 1994; SCHNEIDER *et. al.*, 2008).

Na tabela 18 se listam algumas características morfológicas dos horizontes mencionados.

Tabela 18. Horizontes e características morfológicas dos perfis demonstrativos de ARGISSOLOS VERMELHOS

Horizonte	Características morfológicas
A	Coloração vermelho-escuro-acinzentada a vermelho acinzentada; textura franca a franco arenosa, cascalhenta; macroestrutura fracamente desenvolvida em blocos subangulares e/ou granular; poros pequenos e médios comuns; consistência friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e ondulada para o horizonte Bt.
Bt	Coloração bruno-avermelhado-escuro a vermelho escura; textura franco-argilosa e/ou argila, cascalhenta; macroestrutura moderada, média e/ ou grande, em blocos subangulares e/ ou angulares; cerosidade forte e/ou moderada e pouca; poros pequenos médios comuns. Consistência friável, ligeiramente plástica e pegajosa; transição clara e/ou gradual, plana e/ou ondulada para o horizonte C.
C	Rochas graníticas em diversos estágios de alteração.

Fonte: adaptado de Jungblut (1994) e Schneider *et. al.* (2008)

No horizonte C, em faixas próximas a transição Bt, mais intemperizadas, é possível se observar a presença de minerais primários, como quartzos, feldspatos e micas, semi-alterados e dispersos na massa ou como veios. (FIGURAS 20; 21 e 22).

Figura 20. Transição gradual e ondulada entre os horizontes Bt e C de ARGISSOLO VERMELHO. Coords. UTM – 492391 m E; 6672594 m N; Data: 26/09/2010

Autor: Moisés Ortemar Rehbein

Figura 21. Minerais primários semi-alterados, dispersos na massa e como veios, em horizonte C de ARGISSOLO VERMELHO. Coords. UTM - 492391 m E; 6672594 m N; Data: 26/09/2010; Autor: Moisés Ortemar Rehbein

Figura 22. Minerais primários semi-alterados do horizonte C de ARGISSOLOS VERMELHOS. Coords. UTM – 492391 m E; 6672594 m N; Data: 26/09/2010; Autor: Moisés Ortemar Rehbein

Quanto à sua fertilidade química, estes solos são qualificados como distróficos, isto é, são ácidos e apresentam uma baixa disponibilidade de nutrientes para as plantas (SCHNEIDER *et. al.*, 2008).

Estes solos ocorrem, geralmente, associados aos CAMBISSOLOS HÁPLICOS e ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS, os quais, respectivamente, a partir dos ARGISSOLOS VERMELHOS, ocupam posições topográficas a montante e a jusante nas vertentes. Os ARGISSOLOS VERMELHOS também são apresentados compondo unidade de

mapeamento do tipo grupo indiferenciado, associados aos ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS.

➤ **ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Tb Distróficos Típicos**

As características morfológicas dos perfis de solo desta unidade são semelhantes às da unidade ARGISSOLOS VERMELHOS. Diferenciam-se destes pela coloração vermelho-amarelada do horizonte Bt. Diferenciam-se também por, em geral, possuírem perfis mais profundos, com teores de argila um pouco mais elevados, embora haja ainda uma significativa fração cascalho, todavia com formas mais arredondadas (JUNGBLUT, 1994).

Possuindo como substratos, fundamentalmente, eluviões, os granitos Saint Hilaire, Independência e o granodiorito Lomba do Sabão, ocorrem, sobretudo, sobre médias e baixas encostas de relevos suavemente ondulados a ondulados, colinas e morrotes, cujas vertentes de declividades predominantemente variáveis $> 3\%$ a $\leq 20\%$. Esta unidade está representada por perfis de solos profundos com seqüências de horizontes A-Bt-C (JUNGBLUT, 1994; SCHNEIDER *et. al.*, 2008).

Na tabela 19 se listam algumas características morfológicas dos horizontes mencionados.

Tabela 19. Horizontes e características morfológicas dos perfis demonstrativos de ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS

Horizonte	Características morfológicas
A	Coloração bruno-avermelhado-escuro; textura franca a franco arenosa; macroestrutura fraca, média e/ ou grande, em blocos angulares; poros comuns e pequenos; consistência muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e ondulada para o horizonte Bt.
Bt	Coloração bruno-avermelhado-escuro a vermelho-amarelada; textura argilosa e cascalhenta; macroestrutura moderada, média e grande, em blocos angulares; cerosidade fraca e comum; poros comuns pequenos; consistência muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição gradual e ondulada para o horizonte C.
C	Rochas graníticas em diversos estágios de alteração.

Fonte: Adaptado de Jungblut (1994) e Schneider *et. al.* (2008)

Características relativas à coloração do horizonte Bt, bruno-avermelhada-escuro a vermelho-amarelada, e à profundidade desses solos, profundos, podem ser observadas na figura 23, que registro fotográfico de corte de terreno para instalação de edificação. O corte se localiza em área de usos rururbanos, em média encosta de relevo ondulado, morrote, a 76 m de altitude, em superfície de declividades médias em torno de 04 %, sustentadas por litologias monzogranitos a sienograníticos, reconhecidas como granito Independência.

Figura 23. Perfil de ARGISSOLOVO VERMELHO-AMARELO.
Coord.s UTM: 494399 m E; 6674386 m N; Data: 25/11/2010; Autor: Moisés Ortemar Rehbein

Ensaio a partir de amostras coletadas do horizonte Bt, próximas ao contato A-Bt e em médias profundidades do perfil, em evidência na Figura 23, possibilitam se especular a cerca das características morfológicas relativas à textura, à macroestrutura, à cerosidade, à porosidade e a consistência desse horizonte. Registros fotográficos das amostras, de sua manipulação e descrições a cerca das mesmas são apresentados nas Figuras 24; 25 e 26. Os resultados obtidos, decorrentes da visualização e manipulação das amostras, condizem com os dados apresentados na Tabela 19, relativos à caracterização morfológica do horizonte Bt.

Registros fotográficos	Descrições
	Amostras coletadas do horizonte Bt de ARGISSOLO VERMELHO AMARELO, de coloração bruno - avermelhadas, próximas ao contato A-Bt, mais precisamente, obtidas entre 35 e 45 cm de profundidades da superfície.
	A partir de sensação ao tato, na avaliação de características texturais, sente-se nas amostras sedosidade e ocasionalmente aspereza. Quando molhadas, as amostras são ligeiramente plásticas e pegajosas. As classes de texturas, muito possivelmente, são argila e ou argilo arenosa, cascalhentas.
	Na avaliação da macroestrutura, cerosidade, porosidade e consistência (classes de friabilidade) as seguintes características foram identificadas: macroestrutura moderada, média a muito grande, em blocos angulares e subangulares; cerosidade fraca e comum; poros comuns pequenos; consistência friável e ou firme.
	Na avaliação da consistência, em relação às classes de plasticidade, as amostras se enquadram como ligeiramente plásticas
	Na avaliação da consistência, em relação às classes de pegajosidade, as amostras se enquadram como ligeiramente pegajosas.

Figura 24. Registros fotográficos e descrições morfológicas de amostras coletadas de horizonte Bt de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, próximas ao contato A-Bt.

Autor: Moisés Ortemar Rehbein

Registros fotográficos	Descrições
	Amostras coletadas de horizonte Bt de ARGISSOLO VERMELHO AMARELO, de coloração vermelho-amarelada, obtidas entre 115 e 125 cm de profundidades da superfície.
	A partir de sensação ao tato, na avaliação de características texturais, sente-se nas amostras sedosidade e ocasionalmente aspereza. Quando molhadas, as amostras são ligeiramente plásticas e pegajosas. As classes de texturas, muito possivelmente, são argila-arenosa e ou franco-argilo-arenosa, cascalhentas.
	Na avaliação da macroestrutura, cerosidade, porosidade e consistência (classes de friabilidade) as seguintes características foram identificadas: macroestrutura moderada, média a muito grande, em blocos angulares e subangulares; cerosidade fraca e comum; poros comuns pequenos; consistência friável e ou firme.
	Na avaliação da consistência, em relação às classes de plasticidade, as amostras se enquadram como ligeiramente plásticas
	Na avaliação da consistência, em relação às classes de pegajosidade, as amostras se enquadram como ligeiramente pegajosas.

Figura 25. Registros fotográficos e descrições morfológicas de amostras do horizonte Bt de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, obtidas entre 115 e 125 cm de profundidades.

Autor: Moisés Ortemar Rehbein

Registros fotográficos	Descrições
	Amostras coletadas de horizonte Bt de ARGISSOLO VERMELHO AMARELO, de coloração vermelho-amarelo-acinzentada, obtidas entre 135 e 145 cm de profundidades da superfície.
	A partir de sensação ao tato, na avaliação de características texturais, sente-se nas amostras sedosidade e ocasionalmente aspereza. As classes de texturas, muito possivelmente, são argila-arenosa e ou franco-argilo-arenosa, cascalhentas.
	Na avaliação da macroestrutura, cerosidade, porosidade e consistência (classes de friabilidade) as seguintes características foram identificadas: macroestrutura moderada, média a muito grande, em blocos angulares e subangulares; cerosidade fraca e comum; poros comuns pequenos; consistência friável e ou firme.
	Na avaliação da consistência, em relação às classes de plasticidade, as amostras se enquadram como ligeiramente plásticas
	Na avaliação da consistência, em relação às classes de pegajosidade, as amostras se enquadram como ligeiramente pegajosas.

Figura 26. Registros fotográficos e descrições morfológicas de amostras do horizonte Bt de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, obtidas entre 135 e 145 cm de profundidades.

Autor: Moisés Ortemar Rehbein

Quanto à fertilidade química, os ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS são qualificados como distróficos, isto é, são ácidos e apresentam uma baixa disponibilidade de nutrientes para as plantas (SCHNEIDER *et. al.*, 2008).

Nas unidades de mapeamento, os ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS geralmente ocorrem como associados aos CAMBISSOLOS HÁPLICOS e ou como grupo indiferenciado aos ARGISSOLOS VERMELHOS.

➤ CAMBISSOLOS HÁPLICOS Ta Distróficos Típicos

Possuindo como substratos o granito Santana, o granodiorito Lomba do Sabão e eluviões, ocorrem, sobretudo, sobre vertentes de relevo ondulado a fortemente ondulado, morrotes e morros, cujas vertentes de declividades predominantemente variáveis $> 8\%$ a $\leq 45\%$. Associados aos NEOSSOLOS, destes se distinguem pelo desenvolvimento de um horizonte B incipiente (Bi). São solos rasos a pouco profundos, apresentando no perfil uma seqüência de horizontes A-Bi-C. (JUNGBLUT, 1994; SCHNEIDER *et. al.*, 2008)

Na tabela 20 se listam algumas características morfológicas dos horizontes mencionados.

Tabela 20. Horizontes e características morfológicas dos perfis demonstrativos de CAMBISSOLOS HÁPLICOS

Horizonte	Características morfológicas
A	Coloração cinzenta muito escura; textura franco-argilo-arenosa e/ ou franca cascalhenta; macroestrutura fraca, média e/ou grande, em blocos subangulares e/ ou angulares; poros pequenos e comuns; consistência friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e irregular para o horizonte Bi.
Bi	Coloração bruno-escura a bruno, com mosqueados comuns, médios e distintos bruno-avermelhado a vermelho-amarelo; textura franco argilosa cascalhenta; macroestrutura fraca e/ ou moderada, média e/ ou grande, em blocos subangulares e/ ou angulares; poros comuns pequenos; consistência friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; transição clara e irregular para o horizonte C.
C	Coloração variegada, composta de vermelho, bruno a bruno amarelado, amarelo-brunado; textura franco siltosa, muito cascalhenta; macroestrutura maciça, <i>in situ</i> se desfaz em blocos subangulares; poros pequenos e comuns; consistência firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.

Fonte: Adaptado de Jungblut (1994) e Schneider *et. al.* (2008)

As diferentes profundidades (solos rasos a pouco profundos) e diferentes colorações (mosqueados, variegados) caracterizam as diversas variações dos CAMBISSOLOS HÁPLICOS na região (JUNGBLUT, 1994). Estes solos são qualificados como distróficos,

isto é, são ácidos e apresentam uma baixa disponibilidade de nutrientes para as plantas (SCHNEIDER *et. al.*, 2008). Ocorrem associados com NEOSSOLOS e ARGISSOLOS.

➤ NEOSSOLOS REGOLÍTICOS Distróficos Típicos

Possuindo como substrato o granito Santana, ocorrem, em geral, sobre vertentes de relevo forte ondulado, topo de morro e respectivas altas e médias encostas de declividades acentuadas, predominantemente variáveis $> 20\%$ a $\leq 45\%$. São solos rasos a pouco profundos, apresentando perfis com seqüência de horizontes A-C-R (rocha). O embasamento litológico, o granito Santana, situa-se em profundidades superiores a 50 cm da superfície (JUNGBLUT, 1994; SCHNEIDER *et. al.*, 2008).

Na tabela 21 se listam algumas características morfológicas dos horizontes mencionados.

Tabela 21. Horizontes e características morfológicas dos perfis demonstrativos de NEOSSOLOS REGOLÍTICOS

Horizonte	Características morfológicas
A	Coloração bruno-escura (quando da amostra úmida) e bruno (quando da amostra seca); textura franco-argilo-arenosa muito cascalhenta; macroestrutura fraca, média, em blocos subangulares; transição clara e irregular para o horizonte C;
C	Coloração variegada, bruno-escura, bruno-forte e vermelho-escura (quando da amostra úmida), vermelho, vermelho-amarelado e branco rosado (quando da amostra seca); textura franco-argilo-arenosa cascalhenta; macroestrutura fraca e/ ou moderada, média e ou grande, em blocos subangulares; poros pequenos e comuns; consistência friável a firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.

Fonte: adaptado de Jungblut (1994) e Schneider *et. al.* (2008)

As figuras 27, 28 e 29, registros fotográficos, permitem a visualização de algumas das características morfológicas de horizontes de perfil de NEOSSOLO REGOLITICO. A figura 27 permite a visualização, além das cores, da transição, clara e irregular, entre os horizontes A e C. Observa-se na figura que a transição é marcada, no perfil, por “línguas” de material do horizonte A penetrando no horizonte C. As figuras 28 e 29 atestam observações, sobretudo, relacionadas às características texturais e macroestruturais, respectivamente, dos horizontes C e A. Nestes casos, em ambas as amostras, umedecidas, sensações derivadas do tato e de manipulação indicam se tratar de texturas franco-argilo-arenosas cascalhentas e macroestruturas fracas e moderadas, médias e em blocos subangulares.

Figura 27. Transição clara e irregular entre os horizontes A e C de NEOSSOLO REGOLÍTICO. Coords. UTM: 488.141 m E; 6.672.578 m N; Data: 22/10/2010. Autor: Moisés Ortemar Rehbein

Figura 28. Observação de elementos texturais e macroestruturais de amostra do horizonte C de NEOSSOLO REGOLÍTICO. Coords. UTM: 488.141 m E; 6.672.578 m N; Data: 22/10/2010. Autor: Moisés Ortemar Rehbein

Figura 29. Observação de elementos morfológicos de amostra do horizonte A de NEOSSOLO REGOLITICO. Coords. UTM: 488.141 m E; 6.672.578 m N; Data: 22/10/2010. Autor: Moisés Ortemar Rehbein

Os NEOSSOLOS REGOLITICOS são qualificados como distróficos, ácidos e apresentam baixa disponibilidade de nutrientes para plantas (SCHNEIDER *et. al.*, 2008). Na figura 29, que evidencia as camadas mais superficiais desse solo, o desenvolvimento de sistemas radiculares resulta, pressupõe-se, dadas às características do ambiente, sobretudo, do acúmulo, da decomposição e da mineralização da serrapilheira, processos esses que influenciam diretamente na composição e na produtividade das plantas dos ecossistemas terrestres (GUERRA & GUERRA, 2006).

Os NEOSSOLOS REGOLITICOS, geralmente, ocorrem associados com NEOSSOLOS LITÓLICOS e CAMBISSOLOS HÁPLICOS, constituindo uma unidade combinada na forma de “associação”.

➤ **NEOSSOLOS LITÓLICOS Distróficos Típicos**

Possuindo como substrato o granito Santana, ocorrem, sobretudo, sobre vertentes de relevo forte ondulado, topo de morro e respectivas altas e médias encostas de declividades acentuadas, predominantemente variáveis $> 20\%$ a $\leq 45\%$. São solos rasos, apresentando perfis com seqüência A-R. A rocha se situa a partir de 50 cm ou menos da superfície (JUNGBLUT, 1994; SCHNEIDER *et. al.*, 2008).

Na tabela 22 se listam algumas características morfológicas do horizonte mencionado.

Tabela 22. Horizonte e características morfológicas de perfis demonstrativos de NEOSSOLOS LITÓLICOS

Horizonte	Características morfológicas
A	Coloração bruno-avermelhado-escuro; textura franco-argilo-arenosa muito cascalhenta; macroestrutura fraca, pequena a média e granular; consistência firme, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição clara e ondulada.

Fonte: adaptado de Jungblut (1994) e Schneider *et. al.* (2008)

Quanto à sua fertilidade química, os NEOSSOLOS LITÓLICOS são qualificados como distróficos, ou seja, ácidos e de baixa disponibilidade de nutrientes para as plantas (SCHNEIDER *et. al.*, 2008).

Os NEOSSOLOS LITÓLICOS geralmente ocorrem associados com NEOSSOLOS REGOLÍTICOS e CAMBISSOLOS HÁLPLICOS, constituindo uma unidade de mapeamento na forma de “associação”.

3.1.3. Considerações climatológicas

3.1.3.1. Dinâmicas e Normais Climatológicas: Dados da Estação de Meteorológica de Porto Alegre/ RS

As características dos dados do tempo atmosférico da Estação Meteorológica de Porto Alegre/ RS (8º Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET) e adjacências, o que envolve áreas da bacia do Feijó, são controladas, por sua posição latitudinal, especialmente por dois expressivos centros de alta pressão: o Anticiclone Semipermanente do Atlântico Sul (Anticiclone de Santa Helena) – posicionado de maneira semifixa em faixa de latitudes entre 18° S e 35° S - e o Anticiclone Móvel Polar - posicionado ao sul da Argentina e alimentado por massas frias provenientes da Antártica e que se deslocam no sentido SW-NE, em direção ao território sul - brasileiro (NIMER, 1977; HASENACK & FERRARO, 1989). Estes centros de alta pressão condicionam, pois, as massas de ar de origem tropical marítima (mT) e polar marítima (mP) (LIVI, 1998).

A mT se origina na borda ocidental do Anticiclone Subtropical semipermanente do Atlântico Sul, de temperaturas médias elevadas, umidade relativa do ar significativa – devida à evaporação marítima - e relativa estabilidade climática. Desta, pois, decorrem o predomínio de dias ensolarados. Todavia, a despeito das horas diárias de insolação, também são comuns precipitações intensas e passageiras. A mT predomina no período primavera-verão (setembro-março), quando a radiação solar é mais intensa no hemisfério sul e os sistemas circulatórios atmosféricos estão deslocados nesta orientação (NIMER, 1977; HASENACK & FERRARO, 1989; LIVI, 1998).

A mP, gerada sobre ampla superfície oceânica que circunda o sul do continente americano, atinge a região com maior intensidade e frequência no período outono-inverno (março-setembro), quando o Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul esta mais deslocado para o norte. Neste período, a área recebe Ciclones e Anticiclones Migratórios Polares e, associados a estes, à instabilidade da Frente Polar, que condiciona à precipitação do tipo frontal. Os ciclones trazem em sua esteira os Anticiclones Migratórios, responsáveis pela queda brusca da temperatura e pela instabilidade atmosférica que se estabelece após a passagem do sistema frontal (NIMER, 1977; HASENACK & FERRARO, 1989; LIVI, 1998).

O comportamento dinâmico das massas de ar proveniente destes dois Anticiclones se modifica, conforme enunciado, ao longo das estações do ano. Durante os meses de primavera-verão, em função de uma maior insolação no Hemisfério Sul, o Anticiclone do Atlântico fortalecido se desloca para posições mais meridionais. O Anticiclone Móvel Polar, por sua

vez, retrai-se e, desse modo, não apresenta a mesma capacidade de penetração de outrora. Em consequência, durante estes meses, o tempo meteorológico na Estação de Porto Alegre e adjacências é, normalmente, quente e ventoso, com ventos provenientes principalmente de NE e E da borda do Anticiclone do Atlântico. Durante o outono-inverno, devido à menor insolação, o Anticiclone do Atlântico enfraquecido se desloca para posições mais ao norte. O Anticiclone Móvel Polar avança mais nesse sentido e as condições meteorológicas da área e adjacências da Estação de Porto Alegre passam por constantes perturbações resultantes da chegada de frentes frias, que se deslocam do rumo SW-NE (NIMER, 1977; HASENACK & FERRARO, 1989; LIVI, 1998).

A sazonalidade destas massas de ar permite a ocorrência de condições meteorológicas diferenciadas, mas que se sucedem espaço-temporalmente e cujas frequências caracterizam o clima local. O clima na Estação de Porto Alegre e adjacências é classificado, segundo Köppen *apud* Livi (1998), como subtropical úmido (Cfa), por registrar valores de temperatura média do mês mais quente superiores a 22°C e apresentar chuvas relativamente bem distribuídas ao longo do ano.

Utilizando-se de dados coletados no período 1961-90 na Estação de POA/ RS é possível a estruturação de Normais Climatológicas para a região de entorno. Analisando-se os dados desse período, pode-se afirmar que a região, que compreende áreas da bacia do Feijó/ RS, não possui estação seca; que a precipitação média anual é de 1.347,4 mm, com índices médios pluviométricos mais elevados no período de junho a outubro, ou seja, nos meses de inverno (Gráfico 01); que a evaporação média anual é de 983 mm, com média máxima no mês de dezembro (124 mm) e média mínima no mês de junho (45,1 mm) (Gráfico 02) (INMET, 2010). A comparação destes valores demonstra que a área não possui *déficit* hídrico anual, contudo, considerando-se apenas os meses do verão, então, pode-se afirmar que há um *déficit* hídrico.

A temperatura média anual é de 19,5°C, variando entre as médias mensais de 24,7°C em fevereiro e 14,3°C em junho (Gráfico 03). A amplitude térmica anual é significativa; a temperatura máxima média mensal oscila entre 30,2°C (janeiro) e 19,7°C (julho) (Gráfico 04) e a temperatura mínima média mensal entre 20,5°C (janeiro) e 10,7°C (julho) (Gráfico 05) (INMET, 2010).

Gráfico 01. Precipitação média mensal do período 1961-90 na Estação de Porto Alegre/ RS
 Fonte: INMET (2010)

Gráfico 02. Evaporação média mensal do período 1961-90 na Estação de Porto Alegre/ RS
 Fonte: INMET (2010)

Gráfico 03. Temperatura média mensal do período 1961-90 na Estação de Porto Alegre/ RS
 Fonte: INMET (2010)

Gráfico 04. Temperatura máxima média mensal do período 1961-90 na Estação de Porto Alegre/ RS
 Fonte: INMET (2010)

Gráfico 05. Temperatura mínima média mensal do período 1961-90 na Estação de Porto Alegre/ RS
Fonte: INMET (2010)

A umidade relativa do ar é significativa durante todo ano, resultante da predominância de massas úmidas sobre o Estado do RS. Também a presença de um corpo d'água de expressivas dimensões nas adjacências da Estação de Porto Alegre/ RS, o lago Guaíba, mediante as taxas de evaporação de suas águas, colabora na manutenção de uma elevada umidade relativa do ar local (LIVI, 1998).

Sempre elevada, a umidade relativa do ar na Estação de Porto Alegre/ RS apresenta baixa amplitude sazonal. O valor médio anual da umidade relativa do ar é de 76%; em termos de médias mensais, apresenta taxas que mais baixa em dezembro (69%) e que mais alta em junho (82%) (GRÁFICO 06) (INMET, 2010).

O vento predominante durante o ano é o de sudeste, exceto no mês de junho. O vento de sudeste é oriundo do Anticiclone Semi-permanente do Atlântico Sul, que predomina no Estado a maior época do ano. No inverno, com o deslocamento deste Anticiclone mais para o norte, é maior a incidência dos Anticiclones Migratórios Polares, quando a direção predominante do vento passa para o quadrante oeste. A velocidade do vento, em termos de médias, é baixa, variando entre 4,8 km/h em junho até 10,2 km/h em outubro e novembro. As rajadas de vento com velocidade significativamente superior a estes valores não são comuns, mas podem ocorrer eventualmente, especialmente no outono e na primavera (METROPLAN, 2001).

Gráfico 06. Umidade relativa do ar média mensal do período 1961-90 na Estação de Porto Alegre/ RS
 Fonte: INMET (2010)

A área da bacia hidrográfica do arroio Feijó, tomando-se como referência a Estação de POA/ RS, apresenta estas características enquanto “Normais Climatológicas” (médias de um período de 30 anos), porém, evidentemente, estes dados variam significativamente quando consideradas as inúmeras eventualidades do tempo atmosférico; vide o exemplo das médias de precipitações máximas em vinte quatro horas, registradas no período 1961-90 na Estação de Porto Alegre/ RS (Gráfico 07), que alcançam, em diferentes momentos, os valores das médias mensais (Gráfico 01). Em outras palavras, no intervalo de tempo de apenas um dia, mediante a ocorrência de possível intenso evento pluviométrico, o valor da precipitação média mensal, no contexto da Normal Climatológica, pode ser superado.

**Gráfico 07. Precipitação máxima (24h), média mensal do período 1961-90,
na Estação de Porto Alegre/ RS**
Fonte: INMET (2010)

No contexto das Normais Climatológicas da Estação de Porto Alegre/ RS, cabe-se também destacar o trabalho de Livi (1998), no qual se encontram estudos das médias de longo prazo (1912-97) e do comportamento das mesmas, em dois distintos intervalos de tempo (1912-67 e 1968-97), de elementos climáticos registrados nessa Estação. Algumas dessas médias de longo prazo, dos elementos climáticos de POA, estão sintetizadas na Tabela 23.

**Tabela 23. Médias de longo prazo (1912 a 1997)
de elementos climáticos registrados em Porto Alegre/ RS**

Elementos climáticos	Valores de médias anuais de longo prazo (1912-1997)
Temperatura do ar	19,4°C
Temperatura máxima do ar	24,9°C
Temperatura mínima do ar	15,2°C
Temperatura máxima absoluta do ar	37,8°C
Temperatura mínima absoluta do ar	1,4°C
Insolação (duração)	2.310 horas
Umidade relativa do ar	76%
Precipitação (chuva)	1.324mm
Número de dias de chuva	135 dias

Fonte: adaptado de Livi (1998)

Além da apresentação das médias de longo prazo (1912-97) de elementos climáticos registrados na Estação de Porto Alegre/RS, Livi (1998) também apresenta dados do comportamento das mesmas, evidenciando as mudanças das médias do período de 1912–67 em relação às médias do período 1968–97. Neste sentido, o autor observa que:

(...) houve elevação de 0,5°C na temperatura mínima média anual, a qual passou de 15°C para 15,5°C. Os dias de chuva anuais aumentaram 30%, passando de 123 para 159. A quantidade de chuva anual passou de 1.289 para 1.393mm, representando um acréscimo de 8%. O número anual de horas de insolação foi reduzido em 10%, passando de 2.339 para 2.159 horas. Estas mudanças podem estar inter-relacionadas, pois o aumento do número de dias de chuva implica maior nebulosidade, o que, por sua vez, pode provocar maior retenção de energia térmica junto à superfície terrestre durante a noite. Esse fator, finalmente, promove a elevação das temperaturas mínimas, que são normalmente registradas no período noturno do dia. Esse tipo de variação nos valores de médias climatológicas é denominado de flutuação climática (LIVI, 1998, p.75).

3.1.3.2. O comportamento dos dados pluviométricos no período entre 1970-99 na Estação Meteorológica de Porto Alegre/ RS

Utilizando-se de dados da Estação de POA/ RS, Fujimoto (2001) realizou interessante estudo sobre índices pluviométricos anuais, mensais e diários no período de 1970-99. Neste item, sumariamente, apresentam-se algumas das constatações anunciadas pela autora:

No período de 1970-99 a pluviosidade média anual na Estação de POA/ RS foi de 1.392,8 mm. Destacam-se como anos mais chuvosos 1972, 1987 e 1994, com índices pluviométricos, respectivamente, de 1.984,6mm, 1.731,2mm e 1.677,8mm e menos chuvosos 1971, 1978 e 1988, com índices pluviométricos, respectivamente, de 1.122,7mm, 1.073,2mm e 1.052mm (Gráfico 08) (FUJIMOTO, 2001).

Gráfico 08. Chuva acumulada anual (1970 – 99) na Estação de Porto Alegre/ RS

Fonte: Fujimoto (2001, p. 148)

Quanto à precipitação média mensal, no período de 1970-99, FUJIMOTO (2001) constata que as chuvas são bem distribuídas durante o ano, sendo o período mais chuvoso de junho a setembro. Nos meses mais chuvosos as médias mensais apresentam índices entre 130mm a 145mm e nos meses menos chuvosos apresentam médias mensais entre 100mm a 110mm (Gráfico 09).

Gráfico 09. Média de chuva acumulada mensal no período 1970-99 na Estação de Porto Alegre/ RS

Fonte: Fujimoto (2001, p. 148)

O ano de 1988, com um total de 1.052,0mm e média mensal de 76,8mm, como já destacado, apresenta os menores índices pluviométricos dentro do período analisado. Neste ano, as chuvas estiveram concentradas no período de setembro a novembro e também apresentaram índices significativos nos meses de junho e janeiro. As maiores precipitações ocorreram nos meses de setembro, junho e janeiro com índices, respectivamente, de 234,2mm, 170,8mm e 141,4mm, conforme ilustrado no Gráfico 10 (FUJIMOTO, 2001).

Gráfico 10. Chuva acumulada mensal em 1988 na Estação de Porto Alegre/ RS

Fonte: Fujimoto (2001, p. 151)

No ano de 1988 os meses com os maiores números de dias chuvosos correspondem aos meses que apresentam os maiores índices pluviométricos, ou seja, setembro, com 15 dias chuvosos, junho e janeiro, com 10 dias chuvosos ambos os meses. Neste ano, os maiores eventos de chuvas diárias registradas se situam na faixa dos 30mm aos 40mm e ocorrem enquanto dois eventos nos meses de junho, setembro e outubro; e enquanto um evento nos meses de janeiro e novembro (FUJIMOTO, 2001).

O ano de 1972, ao contrário de 1988, destaca-se pelo alto índice pluviométrico anual no período analisado. Apresenta médias pluviométricas mensais mais elevadas nos períodos de junho a setembro e de janeiro a março. Os meses com maiores índices pluviométricos são junho, agosto, setembro e janeiro, com índices de precipitação total, respectivamente, de 253,5mm, 239,2mm, 219,4mm e 215,4mm (Gráfico 11) (FUJIMOTO, 2001).

Gráfico 11. Chuva acumulada mensal em 1972 na Estação de Porto Alegre/ RS

Fonte: Fujimoto (2001, p. 149)

A Tabela 24 permite uma avaliação mais aprofundada da pluviometria do ano de 1972, pois, evidencia o número de dias chuvosos e a disposição dos eventos de precipitação superior a 30mm no decorrer dos meses daquele ano.

Tabela 24. Dias chuvosos e eventos de precipitação diária superior a 30mm no ano de 1972 na Estação de Porto Alegre/ RS

Meses	Dias Chuvosos	Dias e Eventos com Precipitação Superior a 30mm - 1972		
Janeiro	13	(dia 06) 35,4mm	(dia 28) 59,4mm	-
Fevereiro	11	(dia 11) 69,1mm	(dia 19) 35mm	-
Março	15	(dia 16) 63,4mm	-	-
Abril	06	(dia 15) 54mm	-	-
Maiο	07	(dia 23) 33mm	-	-
Junho	11	(dia 07) 44,6mm (dia 08) 89,4mm	(dia 27) 51,2mm	-
Julho	09	(dia 05) 42mm	(dia 19) 60,9mm	-
Agosto	10	(dia 03) 53,2mm	(dia 11) 39,8mm (dia 12) 49,3mm	(dia 22) 37mm
Setembro	09	(dia 09) 39,1mm (dia 10) 47,5mm	(dia 19) 33,6mm (dia 20) 37,3mm	-
Outubro	11	(dia 28) 35,9mm	(dia 30) 34,8mm	-
Novembro	08	(dia 11) 36,4mm	(dia 14) 37,4mm	-
Dezembro	05	-	-	-

Fonte: Fujimoto (2001, p. 150)

A partir da Tabela 24 se observa que no ano de 1972 os meses de março e janeiro se destacaram em número de dias chuvosos e que os meses de junho e fevereiro apresentaram os eventos pluviométricos de maiores índices em vinte quatro horas, respectivamente, nos valores de 89,4mm e 69,1mm. Para o mês de junho, que apresentou o maior índice pluviométrico do ano 1972, 253,5mm, cabe-se destacar que os três eventos pluviométricos destacados na Tabela 24, somando 185,2mm, concentram 73% do valor precipitado naquele mês. De modo semelhante se comportam os dados dos meses de agosto e setembro, a partir dos quais se observam eventos sucessivos e concentrados de precipitações (FUJIMOTO, 2001).

Buscando identificar os meses de maiores números de eventos e de maiores intensidades pluviométricas para o período de 1970-99, Fujimoto (2001) elaborou um gráfico

sintetizando essas informações (Gráfico 12). Os dados, para índices pluviométricos acima de 30mm, apresentam-se em intervalos de classe.

Gráfico 12. Distribuição mensal do total de eventos pluviométricos e de suas intensidades durante o período de 1970-99 na Estação de Porto Alegre/ RS

Fonte: Fujimoto (2001, p.153)

A partir do Gráfico 12, observa-se que os maiores totais de eventos pluviométricos acima de 30mm se concentram entre os meses de maio a outubro e que os eventos com maiores índices pluviométricos se concentram no período de janeiro a junho. Ainda, verifica-se o predomínio de índices pluviométricos em intervalos de classes de 30mm a 60mm, seguidos dos em intervalos de classe de 60mm a 80mm, também, não raro, registram-se índices pluviométricos que superam os 80mm. No período em questão, 1970-99, o mês de julho se destaca ao apresentar o maior total de eventos pluviométricos acima de 30mm, enquanto que o mês de junho se destaca ao apresentar a maior ocorrência de eventos pluviométricos de índices mais elevados, acima de 80mm (FUJIMOTO, 2001).

A sucessão de dias de chuva, a ocorrência de chuvas torrenciais, que índices pluviométricos elevados concentrados espaço-temporalmente e ou a conjunção desses fenômenos pluviais, embora apresentem períodos sazonais de maiores incidências, podem se manifestar em qualquer época do ano nas adjacências da Estação de Porto Alegre/ RS, como demonstrado nos estudos de Fujimoto (2001). Esses fenômenos atmosféricos, especialmente quando conjugados, podem gerar impactos ambientais urbanos os mais diversos.

3.1.3.3. Eventos pluviométricos adversos mais recentes, de mobilização das autoridades públicas

Sequencialmente, elencam-se alguns fenômenos pluviais de ocorrências mais recentes na bacia hidrográfica do arroio Feijó que, seja pela sucessão de dias de chuva, seja pela

ocorrência de chuvas torrenciais e ou pela conjunção de ambos os eventos, pelos impactos ambientais urbanos decorrentes, resultaram em algum registro de mobilização das autoridades públicas locais.

No dia 10 de junho de 1999 a Prefeitura Municipal de Viamão, através da Secretaria de Governo, declarou situação de emergência para área da Vila Augusta, inserida na bacia do Feijó, a qual afetada por inundação resultante de precipitação intensa. Um relatório síntese, elaborado pela Secretaria do Planejamento do referido município, registrou 350 residências atingidas e estimou 600 famílias afetadas direta e ou indiretamente pela inundação. Segundo o mesmo relatório, a chuva teve início na madrugada do dia 09 de junho persistindo até a manhã do dia 10 de junho, perfazendo um total de 101,3mm (REHBEIN, 2005).

Conforme Fujimoto (2001) no ano de 1999 as chuvas se apresentaram relativamente bem distribuídas, podendo-se observar um período de maiores índices pluviométricos entre os meses de abril e julho (Gráfico 13). Os maiores valores pluviométricos são encontrados nos meses de julho e abril com 168,1mm e 162,0mm, respectivamente.

Gráfico 13. Chuva acumulada mensal em 1999 na Estação de POA/ RS

Fonte: Fujimoto (2001, p. 152)

Os maiores números de dias chuvosos são encontrados nos meses de abril, com 13 dias de chuva, e em setembro e dezembro, com 10 dias de chuva cada mês. Os maiores eventos diários de precipitação se situam na faixa dos 30mm aos 50mm, predominantemente nos meses de abril, julho e outubro, com cerca de três eventos cada mês (FUJIMOTO, 2001). Contudo, o maior valor diário de chuva, quando se decreta situação de emergência para a Vila Augusta na bacia do Feijó, foi registrado em junho. No dia 10, representando 62,5% do total precipitado naquele mês, o valor diário de chuva foi de 95,1mm. Esse evento atmosférico se caracteriza por um elevado índice pluviométrico, que sequer registrado durante o ano de 1972, ano mais chuvoso do período 1970-99 analisado por Fujimoto (2001) (Tabela 24).

No dia 25 de outubro de 2003 a Prefeitura Municipal de Viamão, através do Decreto Executivo N° 080, volta a declarar situação de emergência, resultante de inundação intempestiva, para a Vila Augusta na bacia do Feijó. Neste dia, conforme dados da Estação de Porto Alegre/ RS, a precipitação total foi de 49,0mm, seguidas de 58,3mm do dia seguinte (26 de outubro). Conforme divulgou o jornal local, Jornal Opinião de 31 de outubro de 2003, estimou-se que cerca de 100 residências teriam sido afetadas pela inundação na Vila Augusta nestes dias.

De acordo com o Gráfico 14, observa-se que para o mês de outubro de 2003, assim como, para os meses de fevereiro e de dezembro, os totais pluviométricos mensais ultrapassaram significativamente as médias da normal climatológica do período 1961-90. Valores de totais pluviométricos mensais do ano de 2003, que superiores as médias da normal climatológica (1961-90), ainda que não significativamente destoantes, também são observados para os meses de janeiro, junho, julho e novembro.

Gráfico 14. Chuva acumulada mensal em 2003 versus a normal climatológica (1961-90) na Estação de Porto Alegre/ RS

Fonte: INMET (2004)

Para o mês de outubro de 2003, além do valor total pluviométrico mensal muito superior ao da média da normal climatológica (1961-90), cabe-se destacar a significativa concentração temporal desse valor, pois, entre as datas de 25 e 26 de outubro de 2003, em apenas dois dias, de ocorrência de índice pluviométrico de 107,3mm, registrou-se 57,4% do total precipitado registrado naquele mês. O Gráfico 15 ilustra a chuva acumulada mensal e o número de dias com chuva para o ano de 2003.

Gráfico 15. Chuva acumulada mensal e número de dias com chuva em 2003 na Estação de POA/ RS
Fonte: INMET (2004)

Também o Conselho Municipal de Defesa Civil de Alvorada/ RS, representado fundamentalmente pelo Corpo de Bombeiros do Município, possui recentes e importantes registros de ocorrências de impactos ambientais, diretos e ou indiretos, especialmente nas proximidades e adjacências do exutório hídrico da bacia do Feijó, resultantes de eventos atmosféricos tempestivos.

Estes registros, entre outros dados, quanti-qualificam ocorrências, indicam o número de ruas, de residências e de pessoas que, direta e ou indiretamente, envolvidas nas ocorrências, assim como, indicam os índices pluviométricos e suas respectivas durações. Nestes casos, tomam-se como referências leituras obtidas de pluviômetro instalado na sede do Corpo de Bombeiros de Alvorada/ RS (493.596mE; 6.681.718mN). A Tabela 25 apresenta informações sintetizadas desses registros de ocorrências.

Tabela 25. Dados quanti-qualitativos de registros de ocorrências de impactos ambientais resultantes de eventos atmosféricos tempestivos nas proximidades e adjacências do exutório hídrico da bacia do Feijó/ RS – 23/09/2007; 03/05/2008; 09/08/2009

Data do impacto ambiental	23/09/2007	03/05/2008	09/08/2009
Ocorrências:			
Pontos de inundações	17	22	64
Deslizamentos	01	01	03
Quedas de vegetais	07	42	03
Afogamento	01	-	-
Total de ocorrências	27	65	70
Número de ruas atingidas	17	17	14
Número de residências atingidas	450	280	450
Número total de pessoas desalojadas	31	28	43
Número estimado de pessoas atingidas direta e ou indiretamente		1.500	2.300
Índice pluviométrico no impacto (mm)	190	192,5	185
Tempo decorrido de chuvas (horas)	96	16	48

Fonte: COMDEC de Alvorada/ RS
Organização: Moisés Ortemar Rehbein

Entre outras informações, os dados da Tabela 25 atestam a sazonalidade dos impactos ambientais decorrentes de eventos atmosféricos tempestivos nas proximidades e adjacências do exutório hídrico da bacia do Feijó/ RS; indicam progressivos e significativos aumentos dos números de pontos de inundações e de pessoas que direta e ou indiretamente atingidas por esses eventos tempestivos; reforçam a possibilidade de eventos pluviométricos intensos e concentrados, quando comparados aos totais do mês em que ocorrem.

Segundo dados da Estação de Porto Alegre/ RS, registrou-se no mês de maio de 2008 um total de 220,7mm, ou seja, o índice pluviométrico registrado em 03/05/2008, de 192,5mm, decorridos apenas 16h de precipitação, correspondeu a 87,22% do total pluviométrico daquele mês e ano. No mês de agosto de 2009 se registrou um total de 226,3mm, ou seja, o índice pluviométrico registrado em 09/08/2009, de 185mm, decorridos apenas 48h de precipitação, correspondeu a 81,75% do total pluviométrico daquele mês e ano.

3.1.4. Considerações do processo de ocupação antrópica e de características sociais

3.1.4.1. A especialização funcional das áreas da bacia do Feijó no contexto da Região Metropolitana de Porto Alegre/ RS: características do processo de ocupação urbana

3.1.4.1.1. A estruturação da Região Metropolitana de Porto Alegre/ RS e a formação de áreas de especializações funcionais

Este item de abordagem se fundamenta, excepcionalmente, nos trabalhos de Rigatti (1983; 1991; 2006); assim sendo, conforme o autor:

A Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA) começa a se estruturar como tal a partir do final da década de 1940 e início da década de 1950, num processo de industrialização regional, de relativa articulação nacional.

No final da década de 1940, Porto Alegre se destaca na Região pelo seu desenvolvimento industrial, pelo desenvolvimento de atividades auxiliares às atividades produtivas: atividades terciárias ou de serviços e, também, pelo mais expressivo mercado consumidor do Estado do RS.

Há também de se considerar nesse contexto, de destaque de Porto Alegre na Região, outros importantes aspectos: o desenvolvimento de um sistema de transportes, rodoviário, ferroviário e portuário, a partir de Porto Alegre, que conecta a cidade a outras regiões do Estado do RS e do país, favorecendo atividades econômicas de natureza as mais variadas; as suas atribuições de governo, pois sede de decisões políticas nas diferentes instâncias governamentais.

Essas características, em especial, fazem de Porto Alegre um centro urbano de expressão regional e nacional, de atrações socioeconômicas especulativas, que, no início da década de 1950, estendem-se aos municípios adjacentes. Conforme Rigatti (1983, p. 188-89):

Com a construção da BR 116, fazendo a ligação rodoviária de Porto Alegre como o restante do país, as áreas ao longo da estrada e próximas à capital também puderam oferecer vantagens locais em relação ao desenvolvimento industrial. Ao lado disso, as indústrias localizadas em Porto Alegre, pelo crescimento ocorrido, começam a sofrer um duplo processo de pressão. Sob um aspecto, as plantas industriais sofrem um processo de sufocamento das suas instalações, tornando difícil a expansão. Sob outro aspecto, por questões ambientais e de políticas do Estado, no sentido de reforçar o papel terciário de Porto Alegre, tanto se limitam as áreas para o estabelecimento de indústrias como se restringe a implantação daquelas unidades consideradas incômodas do ponto de vista do meio ambiente. Isto provocou a instalação de estabelecimentos industriais que, apesar de se

situarem fora de Porto Alegre, buscam sempre não perder as vantagens de localização que a cidade propicia.

Em vista desse processo, atualmente, os principais centros industriais da região metropolitana situam-se ao longo da BR 116, entre Porto Alegre e Novo Hamburgo. Aí foram se implantando além de uma infinidade de pequenas e médias empresas, aquelas indústrias cuja instalação seria restringida, em Porto Alegre, pelas suas características. Assim, ao longo da BR 116 e fora da capital são implantadas siderúrgicas, fábricas de cimento, fábricas de adubos, refinaria de petróleo, etc.

Há que se destacar também, no processo de descentralização das atividades produtivas, secundárias especialmente, a partir de POA em sentido as suas adjacências, as políticas de incentivos, de atração aos “agentes” econômicos, adotadas pelos municípios vizinhos. Tais políticas envolvem incentivos fiscais, na forma de isenção de impostos por determinados períodos, a doação de terrenos e ou a criação de infra-estrutura, como terraplanagem, para as instalações de empreendimentos. Acresce-se às políticas fiscais, locacionais e infra-estruturais, no processo de descentralização das atividades produtivas, a valorização do preço da terra em POA, decorrente de uma progressiva complexificação funcional da cidade.

Sobretudo por meio dessas variáveis, sumariamente argüindo, estrutura-se a RMPA. O desenvolvimento da RMPA é um reflexo das transformações do modelo de acumulação no país, que outrora eminentemente primário. Nesse momento histórico, a ausência de políticas e ou a ineficácia das mesmas para o meio rural condicionam vultosos fluxos migratórios do campo para a cidade, o êxodo rural.

A RMPA, em estruturação, é destino, pela demanda de mão de obra, da maioria dessa população, que eminentemente pobre e do interior dos Estados do RS e de Santa Catarina.

Essa população, ao chegar à Região, promove uma significativa demanda habitacional. Em praticamente toda a RMPA, atendendo as necessidades de espaços para moradia, pelas oportunidades de negócios, criam-se novos loteamentos urbanos. Esse processo de parcelamento do solo é particularmente expressivo no decorrer da década de 1950, em especial, na primeira metade dessa década.

Ao decorrer do assentamento dessa população e das atividades produtivas, de acordo com Rigatti (1983, p. 191), estruturam-se na RMPA áreas diferenciadas quanto às suas funções: “(...) Se, por um lado, as atividades ligadas à produção industrial atendem os requisitos próprios de localização, a complexidade de funções que a região apresenta, aliada ao conjunto de relações que se formam entre as distintas áreas que a compõem ocasiona, em alguns pontos, uma especialização funcional.”

Tem-se, na RMPA de então, a configuração de áreas de funcionalidades que, grosso modo, poderiam ser apresentadas do seguinte modo: entre Porto Alegre e Novo Hamburgo, tendo como eixo a BR 116, localizam-se a maior parte das atividades ligadas à produção. Contornando Porto Alegre a leste, sul e oeste, localizam-se áreas que, por diversas circunstâncias, como, por exemplo, não apresentarem os mesmos padrões de vantagens locacionais das cidades que se desenvolveram ao lado da BR 116, vão se especializando na função da habitação, sendo o vínculo empregatício mais acentuado com Porto Alegre.

Como centros de especialização funcional, ligados às atividades produtivas ao longo da BR 116, estariam às cidades de Porto Alegre, Canoas, Esteio, Sapucaia do Sul, São Leopoldo e Novo Hamburgo. Como centros de especializações funcionais predominantemente habitacionais se elencam as cidades de Gravataí, Cachoeirinha, Alvorada, Viamão e Guaíba (Figura 30). A definição dessas cidades como centros de especialização funcional habitacional resulta de características relativas ao tamanho de suas populações, aos incipientes desenvolvimentos nos setores secundários e terciários de suas economias e a localização dos empregos de seus habitantes em outros municípios, especialmente em Porto Alegre. Foram reconhecidos esses núcleos urbanos enquanto cidades-dormitório.

Com o surgimento da ligação rodoviária de Porto Alegre com o litoral, via Cachoeirinha e Gravataí, desenvolve-se nessa área alguma concentração industrial já na década de 1960. Neste contexto, sobretudo Alvorada e Viamão se destacam enquanto núcleos de especialização funcional habitacional.

Figura 30. Croqui dos núcleos de especializações funcionais da RMPA/ RS, 1950-80

Fonte: Rigatti (1983, p. 192)

Adaptação: Moisés Ortemar Rehbein

Embora indique e determine áreas de possíveis especializações funcionais na RMPA, cabe-se destacar as abordagens de Rigatti (1983, p. 194) que tratam da Região de modo mais abrangente, talvez mais concreto, complexificando a existência das especializações funcionais indicadas:

A Região Metropolitana de POA funciona não apenas como um somatório de diversas áreas, mas como um conjunto de áreas interdependentes que mantêm entre si graus diferenciados de relações; assim, é um organismo único com áreas de níveis distintos de complementaridade.

Dentro do quadro de desenvolvimento capitalista, no país, as relações metropolitanas – e a de Porto Alegre não foge a regra – transformam-se em novas unidades espaciais desse desenvolvimento, num grau de complexidade cujo funcionamento é muito superior ao apresentado por unidades espaciais isoladas.

3.1.4.1.2. A especialização funcional das áreas da bacia hidrográfica do arroio Feijó no contexto da RMPA/ RS: características do processo de ocupação urbana

O início do parcelamento do solo em áreas da bacia do Feijó/ RS reporta a estruturação da RMPA/ RS e responde as influências por ela geradas, especializando-se, as áreas da bacia, preponderantemente, em áreas de função habitacional (RIGATTI, 1983; MEUCCI, 1987; METROPLAN, 2001; REHBEIN, 2005).

As áreas da bacia do Feijó são relativamente próximas ao centro de Porto Alegre, mas distantes do eixo de produção (ao longo da BR 116) da RMPA/RS. Os valores da terra nas áreas inseridas na bacia do Feijó, inferiores aos de Porto Alegre, condicionaram a formação de loteamentos destinados as populações de baixo poder aquisitivo, que necessitavam se instalar próximas ao centro local de ofertas de trabalho, Porto Alegre (RIGATTI, 1983; MEUCCI, 1987; METROPLAN, 2001; REHBEIN, 2005).

No início da década de 1950 as áreas da bacia hidrográfica do arroio Feijó pertenciam às municipalidades de Porto Alegre e Viamão (METROPLAN, 2001). Neste momento histórico, os centros urbanos mais próximos do arroio Feijó, em suas seções fluviais que representavam as então divisas desses municípios, situavam-se em média à distância de 15 km.

O uso urbano do solo na bacia hidrográfica do arroio Feijó, como já mencionado, remonta ao processo de metropolização de Porto Alegre, a partir de meados da década de 1950. A concentração do desenvolvimento industrial, o crescimento populacional acelerado e as especulações imobiliárias, que elevam os custos dos terrenos e das moradias na capital do RS, induzem a formação de núcleos urbano-dormitórios ao entorno de Porto Alegre (RIGATTI, 1983; MEUCCI, 1987; METROPLAN, 2001; REHBEIN, 2005).

Destaca-se nesse processo, conforme Salengue & Marques (1993), a Lei 1233 de 1954, que regulamenta as atividades de loteamentos em Porto Alegre. Na medida em que dispõe sobre requisitos infra-estruturais e locacionais para a produção de novos lotes, o suposto comprimento da Lei 1233/54 induz a valorização financeira desses lotes, impulsionando para áreas limítrofes, adjacentes ao município de Porto Alegre, onde regulamentações e ou fiscalizações inexistiam, a abertura de loteamentos mais precários infra-estruturalmente e, por isso, com menores valores agregados, tornando-se mais “atrativos” para as populações de baixa renda.

Esta, em suma, é a história de formação do núcleo urbano de Alvorada. De acordo com Rigatti (1983, p. 196): “Alvorada parece ser um caso singular de cidade, uma vez que, ao invés de ter seu crescimento decorrente da expansão de um núcleo pré-existente, origina-se de sucessivos loteamentos.” Em 1965 Alvorada se emancipa de Viamão, referendando-se a importância daquele núcleo constituído pela justaposição de loteamentos.

Agrupando-se os loteamentos por década, Rigatti (1991) observa um significativo número de aprovações de loteamentos na década de 1950, em áreas que correspondem a Alvorada atualmente, mas um crescimento demográfico na mesma área apenas na década de 1960, revelando que a produção da terra urbana, em lotes, nesse caso, antecipa-se à demanda local, atendendo a uma possível demanda, vislumbrada, regional.

Desse modo também se originam as vilas de Viamão inseridas na bacia do Feijó, que relativamente distantes desta cidade, mas vizinhas ao município de Porto Alegre. Na década de 1950 se registraram mais de 20 processos de parcelamento do solo no município de Viamão e a maioria deles junto à divisa com Porto Alegre, no distrito de Passo do Sabão, ao longo da RS-040 (MEUCCI, 1987), em áreas inseridas na bacia do Feijó.

A evolução do número de habitantes no Distrito de Passo do Sabão no contexto municipal de Viamão, em décadas seguintes a de 1950, referenda a valorização das áreas desse Distrito, que de relativo fácil acesso aos centros das cidades de Viamão e, sobretudo, de Porto Alegre.

A Tabela 26 informa dados do aumento populacional e da distribuição da população no município de Viamão nos anos de 1970, 80 e 85. A partir desses dados, observa-se uma forte concentração da população do município de Viamão nos seus Distritos Sede e Passo do Sabão. No ano de 1970 esses distritos acomodam quase 75% do total de habitantes do município de Viamão.

Tabela 26. Evolução do número de habitantes e de suas taxas de crescimento anual no Distrito Sede, Passo do Sabão e no município de Viamão, em 1970-80 e 1985.

Ano	Distrito Sede (hab.)	Tx. Cresc. Anual (%)	Distrito Passo do Sabão (hab.)	Tx. Cresc. Anual (%)	Município (hab.)	Tx. Cresc. Anual (%)
1970	24.388	-	25.198	-	66.443	3,18
1980	48.554	9,91	49.489	9,64	117.675	7,71
1985	70.130	8,89	71.489	8,89	156.217	6,55

Fonte: IBGE (1970; 80; 85); Meucci (1987)

Adaptação: Moisés Ortemar Rehbein

A constante taxa de crescimento populacional, sempre acima da média anual municipal, eleva a participação dos Distritos Sede e Passo do Sabão para 90% do total de habitantes no ano de 1985 em Viamão (Tabela 26). Isso se justifica, acredita Meucci (1987), no Distrito Sede pela locação em seu território do centro histórico, administrativo e por centralizar quase a totalidade do setor de serviços do município de Viamão, enquanto que no Distrito de Passo do Sabão, de ocupação mais recente, pós 1940, pela maior proximidade e facilidade de acesso à cidade de Porto Alegre.

Dados apresentados por Fujimoto (2001) permitem avaliar o crescimento populacional em Viamão em 1970-80 e 1991 e dimensionar a contribuição dos migrantes na conformação populacional do município. Na Tabela 27 é possível de se observar a partir da década de 1970 o intenso processo de locação em áreas urbanas da população de migrantes no município de Viamão. Nas décadas de 1980-90, aqueles que se enquadram como migrantes, constituem a maior parte da população de Viamão, com índices acima de 60% da população total.

Tabela 27. Crescimento Populacional e Migração em Viamão (1970-80 e 1991)

ANO	POPULAÇÃO				
	Urbana	Rural	Total	Migrantes	% Migrantes
1970	11.431	55.012	66.443	34.584	52,05
1980	106.657	11.000	117.657	75.062	63,89
1991	156.145	13.031	169.176	117.526	69,46

Fonte: Fujimoto (2001, p. 181)

Adaptação: Moisés Ortemar Rehbein

As vias de transportes que realizam as conexões entre os centros urbanos de Porto Alegre e Viamão foram importantes indutores no processo de ocupação urbana na bacia do Feijó. Não menos importante, também a implementação de redes de transporte coletivo condicionadas por essas vias, a partir das quais significativas parcelas das populações de Alvorada e Viamão, inseridas na bacia, realizam migrações pendulares com Porto Alegre (RIGATTI, 1983; MEUCCI, 1987; METROPLAN, 2001; REHBEIN, 2005).

Destacam-se como importantes eixos viários de conexões a Porto Alegre e indutores da ocupação urbana na bacia hidrográfica do arroio Feijó as Avenidas Senador Salgado Filho em Viamão, que corresponde ao prolongamento da Avenida Bento Gonçalves em Porto Alegre; Protásio Alves e Baltazar de Oliveira Garcia (RIGATTI, 1983; MEUCCI, 1987; METROPLAN, 2001; REHBEIN, 2005). A Avenida Protásio Alves é reconhecida como Estrada do Caminho do Meio nos municípios de Viamão e Alvorada. A Avenida Baltazar de

Oliveira Garcia, no município de Alvorada, bifurca-se em duas novas Avenidas, Presidente Getúlio Vargas e Frederico Dihl.

A Figura 31, um croqui da evolução urbana na bacia hidrográfica do arroio Feijó a partir do final da década de 1970, permite o reconhecimento das Avenidas citadas, assim como, suas importâncias, enquanto indutoras, no processo de parcelamento do solo em áreas da bacia.

A obrigatoriedade de consentimento da METROPLAN para liberação de projetos de parcelamento do solo na RMPA, antes mesmo da aprovação municipal, tem possibilitado à Fundação o acompanhamento e ou reconhecimento oficial, desde o final da década de 1970, do processo de crescimento urbano da área metropolitana. De acordo com dados da METROPLAN (2001), nas décadas de 1980 e de 1990 se solicitaram aprovações, em áreas da bacia hidrográfica do arroio Feijó, respectivamente, de 17 e de 10 processos de parcelamento do solo, enquanto loteamentos urbanos, totalizando áreas de 824,37 ha e de 354,59 ha.

Se o crescimento da área urbana na bacia do Feijó, anterior à década de 1980, ocorreu paralelo as principais vias de transporte que ligam essas áreas a cidade de Porto Alegre, pós 1980, de um modo geral, ocorrem preenchendo os vazios urbanos existentes do processo de ocupação de outrora, também próximos as vias de transporte indicadas.

Figura 31. Croqui da evolução urbana na bacia hidrográfica do arroio Feijó/ RS, entre as décadas de 1970/90

Fonte: METROPLAN, 2001

Adaptação: Moisés Ortemar Rehbein

Observando-se imagem de satélite de 2008, pode-se argüir que áreas não ocupadas próximas as Avenidas Senador Salgado Filho, Baltazar de Oliveira Garcia, Presidente Getúlio Vargas e Frederico Dihl quase inexistem, sobretudo quando das municipalidades de Alvorada e Viamão. Em áreas próximas a Avenida Protásio Alves e a Estrada Caminho do Meio se encontram, atualmente, os loteamentos que em implantação, em processo de instalação de infra-estrutura básica.

Entre os loteamentos é evidente a desarticulação viária. São poucas as vias internas que permitem mobilidade entre os loteamentos. Neste sentido, faz-se obrigatória, em muitos casos, a passagem pelas vias de funções interurbanas. Muitos loteamentos, desse modo, articulam-se mediante conflitos entre o tráfego local e regional (RIGATTI, 1983, 1991, 2006; METROPLAN, 2001; REHBEIN, 2005).

A malha urbana que se estrutura na bacia hidrográfica do arroio Feijó se constitui pela materialização de trabalhos independentes de diversos promotores imobiliários que, conforme Rigatti (1983; 1991; 2006), Meucci (1987), METROPLAN (2001) e Rehbein (2006), em significativo número de casos, precariamente, do ponto de vista infra-estrutural e da localização, disponibilizaram seus produtos de urbanização.

Em unidades de loteamentos inseridos na bacia do Feijó, estruturantes da Vila Augusta no município de Viamão/ RS, Rehbein (2005) ao analisar laudos de vistorias realizados pelo poder público municipal, durante o processo de venda de lotes urbanos, destaca o registro de arruamentos em precários estados de conservação, a inexistência de iluminação pública e de esgoto cloacal através de sumidouros. Segundo o autor, em diferentes momentos, pela precariedade estrutural apresentada, tais loteamentos tiveram seus processos de comercialização indeferidos.

Ademais, são pertinentes, na caracterização da ocupação urbana da bacia do Feijó, considerações da legislação. Conforme Fujimoto (2002), as leis, que regulamentavam a implantação dos loteamentos em território nacional, anteriores a década de 1970, não faziam nenhuma restrição quanto às limitações do meio físico para uso urbano, como em áreas com probabilidades de instabilidade de encostas, de inundação e ou de outras situações periclitantes. A exigência legal, de até então, referia-se somente a uma porcentagem destinada, de cerca de 10% a 15% da gleba, para uso público, sem especificar suas características ambientais. Nesse sentido, os loteadores, quando reservavam áreas para uso público, reservavam-nas onde as condições ambientais inviabilizavam a criação de lotes, áreas próximas aos cursos d'água e ou muito íngremes.

Em 1979 se instituí a Lei de Lehman, Lei Federal 6.766/79, que disciplina o parcelamento do solo urbano. De acordo com essa lei, limitações do meio físico para uso urbano são consideradas: em seu Artigo 3º, proíbe o parcelamento do solo em terrenos alagadiços e sujeitos a inundações, terrenos aterrados com material nocivo à saúde pública, terrenos com declividades iguais ou superiores a 30%, terrenos onde as condições geológicas não são adequadas à edificação e áreas de preservação ecológica. Entre outros requisitos, os loteamentos devem se harmonizar com a topografia local e reservar faixa de preservação ao longo dos cursos e corpos d'água (BRASIL, Lei Federal Nº 6766/79 apud FUJIMOTO, 2002).

Em 1994 se institui no Estado do RS a Lei de Desenvolvimento Urbano, Lei 10.116/94. Em seu Artigo 17º se reafirmam as limitações impostas ao parcelamento do solo

urbano descritas no Artigo 3º da Lei de Lehman, acrescentando-lhes outras determinações, tais como: proibição do parcelamento do solo em terrenos fora do alcance dos serviços públicos de água e de energia elétrica, em terrenos em desacordo com as diretrizes estabelecidas no plano diretor, em terrenos de áreas poluídas e ou sem condições sanitárias adequadas (RIO GRANDE DO SUL, Lei Estadual N° 10.116/94 apud FUJIMOTO, 2002).

No Artigo 3º da Lei Estadual de Desenvolvimento Urbano é instituída a obrigatoriedade da elaboração de Plano Diretor para os municípios com mais de vinte mil habitantes. Esse Plano deve se estruturar, entre outras exigências, pela identificação de áreas impróprias à ocupação, pela indicação de dispositivos de controle do uso, da ocupação, do parcelamento do solo urbano e da edificação, que assegurem a população condições de salubridade, de conforto, de segurança e de proteção ambiental (RIO GRANDE DO SUL, Lei Estadual N° 10.116/94 apud FUJIMOTO, 2002).

Na bacia do Feijó a estruturação de um significativo número de loteamentos, conforme dados da METROPLAN (2001), é anterior a Lei Federal de Lehman e, evidentemente, a Lei Estadual de Desenvolvimento Urbano, desse modo, nesses loteamentos em especial, muitas das áreas que reservadas ao domínio público, supõe-se pela lógica da valoração no mercado imobiliário, foram as que próximas de cursos d água e ou de declividades acentuadas, cuja geração de infra-estrutura apropriada para assentamentos e acessos, mediante cortes e aterros, mais onerosa. Essa situação, em unidades político-administrativas municipais adjacentes e ou inseridas na bacia, foi observada nos trabalho de Rigatti (1983; 1991; 2006), Fujimoto (2001) e Rehbein (2006).

Contemporaneamente essas áreas que outrora destinadas ao domínio público se caracterizam, conforme legislações vigentes, como Áreas de Preservação Permanente (APPs) e estão, significativa parte delas, em conflitos de usos, pois ocupadas irregularmente por moradias (Figuras 32.; 33.; 34.; 35 e 36.), muitas das quais em precárias condições infra-estruturais.

	Título: Ocupação irregular das margens do alto curso do arroio Feijó; Localização: Bairro Viamópolis/ Viamão/ RS; Coord.(s) UTM aprox.(s): 492.158m E; 6.672.412 m N; Orientação do campo de visão: S; Data de obtenção do registro: 26/09/2010; Autor: Moisés Ortemar Rehbein
	Título: Ocupação irregular das margens de arroio tributário do arroio Feijó; Localização: Bairro Viamópolis/ Viamão/ RS; Coord.(s) UTM aprox.(s): 492.317m E; 6.672.360 m N; Orientação do campo de visão: O; Data de obtenção do registro: 26/09/2010; Autor: Moisés Ortemar Rehbein
	Título: Ocupação irregular das margens do médio/ alto curso arroio Feijó; Localização: Vila Augusta/ Viamão/ RS; Coord.(s) UTM aprox.(s): 492.217m E; 6.674.898 m N; Orientação do campo de visão: E; Data de obtenção do registro: 19/05/2005; Autor: Moisés Ortemar Rehbein
	Título: Ocupação irregular das margens e sobre o arroio Morro Santana (tributário do arroio Feijó); Localização: Vila Augusta/ Viamão/ RS; Coord.(s) UTM aprox.(s): 491.857m E; 6.675.945 m N; Orientação do campo de visão: ONO; Data de obtenção do registro: 19/05/2005; Autor: Moisés Ortemar Rehbein
	Título: Ocupação irregular das margens do médio/baixo curso do arroio Feijó; Localização: Ao lado do pórtico de acesso à cidade de Alvorada/ RS; Coord.(s) UTM aprox.(s): 491.026m E; 6.679.901 m N; Orientação do campo de visão: NNO; Data de obtenção do registro: 16/12/2009; Autor: Moisés Ortemar Rehbein

Figura 32. Registros fotográficos de ocupações irregulares das margens de cursos fluviais da bacia hidrográfica do arroio Feijó/ RS

	Título: Ocupação irregular de área de nascente de curso d'água da bacia do Feijó Localização: Bairro Viamópolis/ Viamão/ RS Fonte: METROPLAN (2001, p. 13)
	Título: Ocupação irregular de área de nascente de curso d'água da bacia do Feijó Localização: Bairro Viamópolis/ Viamão/ RS Fonte: METROPLAN (2001, p. 14)
	Título: Ocupação irregular das margens do arroio Cecília (tributário do arroio Feijó) Localização: Bairro Cecília/ Viamão/ RS Fonte: METROPLAN (2001, p. 16)
	Título: Ocupação irregular das margens do médio curso do arroio Feijó Localização: Bairro Rubem Berta/ Porto Alegre/ RS Fonte: METROPLAN (2001, p. 36)
	Título: Ocupação irregular das margens do médio/ baixo curso do arroio Feijó Localização: Bairro Americana/ Alvorada/ RS Fonte: METROPLAN (2001, p. 41)

Figura 33. Registros fotográficos de ocupações irregulares em áreas de nascentes e de margens de cursos fluviais da bacia hidrográfica do arroio Feijó/ RS

Figura 34. No segundo plano, ocupação urbana sobre relevo de encostas de declividades relativamente acentuadas da bacia hidrográfica do arroio Feijó/ RS. Coord.(s) UTM 493.288 m E; 6.675.555 m N; OSO; Data: 26/09/2010. Autor: Moisés Ortemar Rehbein

Figura 35. No segundo plano, domicílios sobre relevo de encostas de declividades relativamente acentuadas da bacia hidrográfica do arroio Feijó/ RS.
 Fonte: PROFIL; METROPLAN (1999, p. 29)

Figura 36. Ocupação urbana sobre topo e encostas de relevo de declividades relativamente acentuadas da bacia hidrográfica do arroio Feijó/ RS. Coord.(s) UTM 493.686 m E; 6.670.969 m N; NO; Data: 26/09/2010. Autor: Moisés Ortemar Rehbein

O início da ocupação dessas áreas, segundo a METROPLAN (1992), dá-se a partir da década de 1970 e é resultante de fluxos migratórios muito acentuados, de baixos Índices de Desenvolvimento Humano (IDH), e do não alcance e ou mesmo preparo de políticas, das mais diferentes esferas de poder, que eficazes na restrição da ocupação dessas áreas patrimoniais públicas.

Dados do Censo Demográfico do IBGE (1991), sistematizados por METROPLAN (2001), sobre características dos domicílios a partir de setores censitários, indicam que 7.340 domicílios ou aproximadamente 16% do total de domicílios na bacia hidrográfica do arroio Feijó, no ano de 1991, encontram-se instalados em terrenos que não pertencentes aos proprietários da edificação. Estes dados, que se acredita possam ser superestimados, é um indicador de expressiva irregularidade fundiária.

Ainda segundo a METROPLAN (2001), essa irregularidade se expressa, sobretudo, em áreas públicas invadidas. As habitações nessas áreas, em geral, apresentam precária infraestrutura, ausência de saneamento básico e restrito acesso, desse modo, pelo não atendimento quanto a recolhimento de lixo e ligação ao sistema de esgotos, resíduos sólidos e líquidos são depositados em terrenos baldios e ou lançados “in natura” em cursos d’água próximos.

3.1.4.2. População residente em 1991 e 2000 na bacia do Feijó/ RS e algumas de suas características socioeconômicas

Do ponto de vista da população residente na bacia do Feijó, os dados mais recentes de que se dispõem são os dos Censos do IBGE de 1991 e de 2000, os quais sistematizados, a partir de setores censitários inseridos na bacia, pela METROPLAN (2001).

Em 1991 as populações totais residentes dos municípios que cobrem áreas da bacia do Feijó, Alvorada, Porto Alegre e Viamão, somando-as, é de 1.574.625 habitantes; desse total, 11% residem em áreas da bacia do Feijó. Esse dado porcentual se revela mais notório quando se observam as situações por municípios.

Comparando-se a população inserida na bacia do Feijó com a população total, de cada um dos municípios que lhe cobrem, percebe-se que significativo número de habitantes dos municípios de Alvorada e Viamão residem em áreas da bacia do Feijó. Em 1991, Alvorada têm 44% e Viamão 49% do número do total de seus habitantes residindo em áreas da bacia. Porto Alegre, nesse momento, têm apenas 03% de seus habitantes residindo em áreas da bacia. De qualquer modo, nesse caso, ainda que a participação porcentual apresentada seja pouco expressiva, há que se relativizar esse dado, pois em números absolutos de habitantes na bacia, em áreas de Porto Alegre residem mais de 39.000 habitantes, um número relativamente significativo. Os dados brutos dessas relações porcentuais são apresentados na Tabela 28.

Tabela 28. População total e inserida na bacia do Feijó em contextos municipais, em 1991

Município	População total (habitantes)	População inserida na bacia do Feijó (habitantes)
Alvorada	142.046	62.580
Porto Alegre	1.254.162	39.116
Viamão	178.417	70.693
Total	1.574.625	172.389

Fonte: IBGE (1991); METROPLAN (2001)

Adaptação: Moisés Ortemar Rehbein

Ainda se amparando em dados da Tabela 28: em 1991 a população total residente na bacia do Feijó é de 172.389 habitantes. Em Viamão se concentra o maior número de habitantes da bacia, representando 41% do total de habitantes, seguido de Alvorada, representando 36% do total de habitantes e de Porto Alegre, representando 23% do total de habitantes.

De acordo com dados do Censo do IBGE de 2000 a população total de Alvorada, Porto Alegre e Viamão, em relação ao ano de 1991, respectivamente, apresentou aumentos acumulados de 29%, 8% e 27%. Nesse período, de 1991 a 2000, conforme a METROPLAN

(2001), a população residente desses municípios em áreas da bacia do Feijó apresentou crescimentos acumulados ainda mais significativos. A população inserida na bacia do Feijó em áreas pertencentes a Alvorada aumentou 35%, em Porto Alegre 22,7% e em Viamão 63%.

Os dados brutos da população total e inserida na bacia do Feijó em contextos municipais, para o ano de 2000, a partir dos quais possíveis as leituras percentuais do parágrafo anterior, estruturam a Tabela 29.

Tabela 29. População total e inserida na bacia do Feijó, em contextos municipais, em 2000

Município	População total (habitantes)	População inserida na bacia do Feijó (habitantes)
Alvorada	183.968	84.483
Porto Alegre	1.360.590	47.995
Viamão	227.429	115.230
Total	1.771.987	247.708

Fonte: IBGE (1991); METROPLAN (2001)

Adaptação: Moisés Ortemar Rehbein

Relacionando-se dados das Tabelas 28 e 29 é possível se afirmar um acréscimo, no período de 1991 a 2000, de 75.319 habitantes na população total da bacia do Feijó, o que equivale a uma taxa de crescimento anual da ordem de 4,37% no período indicado. No contexto da população total dos municípios, nesse mesmo período, a taxa de crescimento anual responde por uma evolução de 1,25%.

Esses comportamentos percentuais, que relacionam a evolução da população total e da inserida na bacia do Feijó em contextos municipais, entre os anos de 1991 e de 2000, são claras evidências da importância das áreas da bacia do Feijó enquanto áreas de expansão urbana nesse período.

Do ponto de vista das características socioeconômicas da população residente na bacia do Feijó, os dados de que se dispõem são os que sistematizados por METROPLAN (2001), a partir de informações de domicílios particulares permanentes inseridos em diferentes setores censitários do Censo do IBGE de 1991. Há uma evidente defasagem temporal desses dados, todavia, a despeito dessa defasagem temporal, bem indicam algumas importantes características socioeconômicas dos habitantes, pois referentes exclusivamente a população da bacia.

Sumariamente, apresentam-se dados dos números de domicílios particulares permanentes, de habitantes por domicílio, das faixas etárias, dos níveis de instrução e da renda dos chefes de domicílios que inseridos na bacia do Feijó.

No ano de 1991 foram contabilizados na bacia do Feijó pela METROPLAN (2001), a partir dos diferentes setores censitários do IBGE (1991), 45.878 domicílios particulares permanentes. A Tabela 30. enfatiza esse dado, destacando também o número total de domicílios particulares permanentes das municipalidades de Alvorada, Porto Alegre e Viamão, assim como, destes montantes, os números de domicílios que inseridos na bacia do Feijó.

Tabela 30. Números de domicílios total e inseridos na bacia do Feijó, em contextos municipais no ano de 1991

Município	Nº total de domicílios	Nº de domicílios inseridos na bacia do Feijó
Alvorada	37.341	16.551
Porto Alegre	376.405	10.861
Viamão	48.732	18.466
Total	462.478	45.878

Fonte: IBGE (1991); METROPLAN (2001)

Adaptação: Moisés Ortemar Rehbein

Analisando-se os dados da Tabela 30, é possível de se constatar a expressiva participação do número de domicílios inseridos na bacia do Feijó no contexto das municipalidades de Alvorada e de Viamão, em relação ao número total de domicílios desses municípios. Pois, aproximadamente 44% dos domicílios particulares permanentes de Alvorada e 38% dos domicílios particulares permanentes de Viamão se localizam em áreas da bacia do Feijó (Gráfico 16).

Gráfico 16. Participação do número de domicílios localizados na bacia do Feijó no contexto das municipalidades de Alvorada, Porto Alegre e Viamão/ RS, em 1991

Fonte: IBGE (1991); METROPLAN (2001)

Elaboração: Moisés Ortemar Rehbein

A tabela 31, por sua vez, apresenta a relação entre o número de domicílios particulares permanentes e da população da bacia do Feijó em 1991, no contexto das municipalidades que cobrem sua área. Estabelecendo-se relação entre a população residente e o número de domicílios de cada um dos municípios elencados, é possível de se estabelecer a média de moradores, habitantes, por domicílio. Em 1991, a média é de 04 habitantes por domicílio na bacia do Feijó.

Tabela 31. Domicílios, população e habitantes por domicílio, por município na bacia do Feijó/ RS em 1991

Município	Domicílios	População	Nº médio de hab.(s) por domicílio
Alvorada	16.551	62.580	04
Porto Alegre	10.861	39.116	04
Viamão	18.466	70.693	04
Total	45.878	172.389	04

Fonte: IBGE (1991); METROPLAN (2001)

Adaptação: Moisés Ortemar Rehbein

Os dados da distribuição da população na bacia do Feijó por faixas etárias são apresentados na Tabela 32. Analisando-se esses dados é possível de se considerar que tanto em Alvorada, como em Porto Alegre e em Viamão, a faixa etária de maior expressão, em relação às demais, é a do zero aos dezenove anos. Aproximadamente 42,6% do total de habitantes da bacia se incluem nessa faixa etária.

Tabela 32. Distribuição da população por faixa etária em 1991 na bacia do Feijó/ RS

Municípios Faixa etária	Alvorada		Porto Alegre		Viamão	
	N.º indivíduos	%	N.º indivíduos	%	N.º indivíduos	%
00 - 19 anos	26.939	43,1	16.223	41,5	30.437	43,1
20 - 39 anos	21.892	35,0	14.592	37,3	23.548	33,3
40 - 64 anos	11.718	18,7	7.241	18,5	14.062	19,9
Mais de 65 anos	2.031	3,2	1.060	2,7	2.646	3,7
Total	62.580	100	39.116	100	70.693	100

Fonte: IBGE (1991); METROPLAN (2001)

Adaptação: Moisés Ortemar Rehbein

Informações mais detalhadas da faixa etária de maior expressão no conjunto da população total da bacia, que do zero aos dezenove anos, são apresentadas na Tabela 33. em intervalos de classes de quatro anos. Desse modo, é possível de se observar uma relativa paridade no número de indivíduos que constituíam de cada faixa etária, destacando-se quantitativamente, mas não de sobressalto, a participação de indivíduos com idade igual e ou inferior aos nove anos.

Tabela 33. Distribuição da população do zero aos dezenove anos de idade em 1991 na bacia do Feijó/ RS

Municípios Faixa etária	Alvorada		Porto Alegre		Viamão	
	N.º indivíduos	%	N.º indivíduos	%	N.º indivíduos	%
00 – 04 anos	7.328	11,7	4.364	11,2	7.852	11,1
05 - 09 anos	7.297	11,7	4.440	11,4	8.105	11,5
10 - 14 anos	6.800	10,9	4.096	10,5	7.815	11,1
15 - 19 anos	5.514	8,8	3.323	8,4	6.665	9,4
Total	26.939	100	16.223	100	30.437	100

Fonte: IBGE (1991); METROPLAN (2001)

Adaptação: Moisés Ortemar Rehbein

Os dados do nível de instrução dos chefes de domicílio na bacia do Feijó em 1991 são apresentados na Tabela 34. Analisando-se esses dados é possível de se considerar que o intervalo de classe que compreende a faixa dos quatro aos sete anos de estudo é a que se destaca no contexto dos municípios e, por conseguinte, da bacia do Feijó. Em torno de 44% dos chefes de domicílio na bacia do Feijó possuem entre quatro e sete anos de estudo.

Tabela 34. Nível de instrução dos chefes de domicílio na bacia do Feijó/ RS em 1991

Anos de estudo	Alvorada	%	Porto Alegre	%	Viamão	%	Bacia/ Total	%
0 a 1	1.585	9,6	705	6,5	2.145	11,6	4.435	9,6
1 a 3	3.184	19,3	1.375	12,7	3.620	19,6	8.179	17,8
4 a 7	7.472	45,1	4.546	41,9	8.231	44,6	20.249	44,1
8 a 10	2.764	16,7	2.166	20,0	2.750	14,9	7.680	16,7
11 a 14	1.424	8,6	1.819	16,6	1.491	8,1	4.734	10,3
>15	122	0,7	250	2,3	229	1,2	601	1,3
Total	16.551	100	10.861	100	18.466	100	45.878	100

Fonte: IBGE (1991); METROPLAN (2001)

Adaptação: Moisés Ortemar Rehbein

No contexto da bacia, Viamão se destaca, em dados brutos, por apresentar os mais baixos níveis de instrução dos chefes de seus domicílios, igual e ou menor que sete anos de estudo. Porto Alegre se destaca, em dados percentuais, por apresentar os mais altos níveis de instrução dos chefes de seus domicílios, igual e ou maior que oito anos de estudo; também se destaca, em dados brutos, pelos mais altos níveis de instrução dos chefes de seus domicílios, igual e ou maior que onze anos de estudo.

Os dados da distribuição dos chefes de domicílio por faixa de rendimento salarial na bacia do Feijó, em 1991, são apresentados na Tabela 35. Analisando-se esses dados é possível de se inferir que, dentre os intervalos de classe disponíveis, aquele que se destaca é o que compreende rendimentos do chefe de domicílio de mais de dois até cinco salários mínimos. No contexto da bacia, 16.178 ou 35,3% dos chefes de domicílio recebem ordenados desta

natureza. Cabe-se destacar que o salário mínimo em evidência, expressa um valor em Real, referente ao ano de 1991.

Tabela 35. Distribuição dos chefes de domicílio por faixas de rendimentos salariais na bacia do Feijó/ RS, em 1991

Rendimento do Chefe de Domicílio (SM*)	Alvorada		Porto Alegre		Viamão		Total - bacia	
	Domicílios	%	Domicílios	%	Domicílios	%	Domicílios	%
Sem rendimento	465	2,8	265	2,4	667	3,6	1.397	3,0
0 a 1	3.555	21,6	1.829	16,8	4.941	26,8	10.325	22,5
>1 a 2	4.974	30,0	2.885	26,6	5.286	28,5	13.145	28,7
>2 a 5	5.996	36,2	4.194	38,6	5.988	32,4	16.178	35,3
>5 a 10	1.305	7,9	1.308	12,1	1.278	7,0	3.891	8,5
>10 a 15	168	1,0	231	2,1	185	1,0	584	1,3
>15	67	0,4	140	1,3	89	0,5	296	0,6
Sem declarar	21	0,1	9	0,1	32	0,2	62	0,1
Total	16.551	100	10.861	100	18.466	100	45.878	100

*Salário mínimo em 1991

Fonte: IBGE (1991); METROPLAN (2001); Adaptação: Moisés Ortemar Rehbein

Todavia, ainda em relação à Tabela 35, há de se considerar também outros dados de expressiva significância: 24.867 ou 54,2% dos chefes de domicílios na bacia possuem rendimentos iguais e ou inferiores a dois salários mínimos. Desses, 1.397 ou 03% declaram não possuir rendimento algum. Individualizando-se a renda dos chefes de domicílios por município na bacia, tem-se 8.994 ou 54,4% dos chefes de domicílio em Alvorada, 4.979 ou 45,8% dos chefes de domicílio em Porto Alegre e 10.894 ou 58,9% dos chefes de domicílio em Viamão com rendimentos iguais e ou inferiores a dois salários mínimos.

Outra informação, pertinente de destaque, diz respeito à espacialização desses domicílios no contexto da bacia do Feijó, cujos chefes respondem não possuir e ou possuir baixos rendimentos, inferiores a dois salários mínimos. No trabalho da METROPLAN (2001, p.15) se apresenta um mapa temático que indica os setores censitários do IBGE (1991), inseridos na bacia do Feijó, cujo até 50% dos chefes de domicílios particulares permanentes, responderam não possuir e ou possuir rendimentos inferiores a dois salários mínimos. Pelo reconhecimento dos atributos físicos da área é possível de se argüir que muitos desses setores censitários se localizam em áreas de cabeceiras de drenagem e ou são drenados pelos principais cursos fluviais da bacia. Assim, áreas que apresentam relativa física-ambiental *vulnerabilidade*, em muitos casos, também apresentam relativa socioeconômica *vulnerabilidade*.

A fim de se analisar a representatividade, no contexto das municipalidades de Alvorada, Porto Alegre e Viamão, dos dados observados nos recentes parágrafos, apresenta-se a Tabela 36. Os dados dessa Tabela permitem o reconhecimento comparativo dos rendimentos dos chefes de domicílio na bacia do Feijó com os rendimentos dos chefes de domicílios no contexto das municipalidades de Alvorada, Porto Alegre e Viamão, em 1991.

Tabela 36. Rendimentos dos chefes de domicílios na bacia do Feijó/ RS, nos municípios de Alvorada, Porto Alegre e Viamão e percentuais representativos em 1991

B. do Feijó/ Município/ % representativo	Número de domicílios em intervalos de classes por rendimentos dos chefes (em Salários Mínimos)								Total
	Sem rend.	0 a 1	>1 a 2	>2 a 5	>5a10	>10 a 15	>15	Sem decl.	
B. do Feijó	465	3.555	4.974	5.996	1.305	168	67	21	16.551
Alvorada	1.283	8.916	11.763	12.587	2.345	284	107	56	37.341
%representativo	36,2	39,9	42,3	47,6	55,7	59,2	62,6	37,5	44,3
B. do Feijó	265	1.829	2.885	4.194	1.308	231	140	9	10.861
Porto Alegre	8.975	47.802	65.877	110.631	75.340	30.986	35.736	1.058	376.405
%representativo	3,0	3,8	4,4	3,8	1,7	0,7	0,4	0,9	2,9
B. do Feijó	667	4.941	5.286	5.988	1.278	185	89	32	18.466
Viamão	1.363	13.715	13.521	15.038	3.887	709	462	37	48.732
%representativo	48,9	36,0	39,1	39,8	32,9	26,1	19,3	86,5	37,9
Totais									
B. do Feijó	1.397	10.325	13.145	16.178	3.891	584	296	62	45.878
Municípios	11.621	70.433	91.161	138.256	81.572	31.979	36.305	1.151	462.478

Fonte: IBGE (1991); METROPLAN (2001)

Adaptação: Moisés Ortemar Rehbein

Fundamentando-se em dados da Tabela 36, pode-se argumentar que consideráveis parcelas dos chefes de domicílios sem rendimentos e ou com baixos rendimentos, iguais e ou inferiores a um salário mínimo, no contexto das municipalidades de Alvorada e, especialmente, de Viamão, residem em áreas destes municípios que localizadas na bacia do Feijó. Pois, 36% do total dos chefes de domicílios de Alvorada e 49% do total dos chefes de domicílios de Viamão sem rendimentos residem em áreas da bacia do Feijó. Em relação aqueles que possuem rendimentos iguais e ou inferiores a um salário mínimo, a participação percentual daqueles que residem em áreas da bacia, em relação ao total de chefes de domicílios em Alvorada e em Viamão, é, respectivamente, de 40% e de 36%.

Enquanto encerramento deste tópico, listam-se alguns sumários reforços observacionais: No ano de 2000, na bacia do Feijó se localizam significativas parcelas populacionais, urbanas, dos municípios de Alvorada e Viamão; No período entre 1991 a 2000, identificam-se em áreas da bacia do Feijó taxas de crescimento anuais populacionais significativamente acima das taxas municipais, o que indicador concreto da importância das

áreas da bacia do Feijó enquanto áreas de expansão urbana dos municípios que lhe cobrem, Alvorada, Porto Alegre e, sobretudo, de Viamão; As faixas etárias da população na bacia são principalmente de jovens e crianças; O nível de instrução escolar dos chefes de domicílios na bacia é relativamente baixo, pois, majoritariamente, igual e ou inferior a sete anos de estudos, mais de 70% dos chefes de domicílios na bacia em 1991 se enquadram nessa faixa de anos de estudos, que equivale ao ensino fundamental incompleto; A renda dos chefes de domicílios na bacia em 1991 é também relativamente baixa e ou inexistente, pois mais de 50% dos chefes de domicílios na bacia declaram rendimentos inferiores a dois salários mínimos e ou não possuir rendimento algum.

3.1.4.3. Dados da produção e destino dos resíduos sólidos na bacia do Feijó/ RS

Tomando-se por base a média per capita da RMPA em 1997 de geração de resíduos sólidos para Alvorada e Viamão, fornecida pelo Plano Diretor de Resíduos Sólidos da RMPA (PDRS); a média per capita em 2001 de geração de resíduos sólidos para Porto Alegre, fornecida pelo Departamento municipal de lixo urbano (DMLU) de Porto Alegre; aproveitando-se de dados do Censo do IBGE de 1991, relativos à população na bacia, os quais sistematizados pela METROPLAN (2001); realizando-se cálculos relacionais e se reconhecendo as relativas discrepâncias temporais entre os indicadores; faz-se possível estimar uma taxa média de produção diária de resíduos sólidos por município na bacia do Feijó.

Constata-se a produção de aproximadamente 102 toneladas diárias de resíduos sólidos na bacia. A Tabela 37 apresenta, em dados brutos e percentuais, estimativas da distribuição desta produção de resíduos na bacia, no contexto das municipalidades de Alvorada, Porto Alegre e Viamão.

Tabela 37. Estimativa da geração diária de resíduos sólidos por município na bacia do Feijó/ RS em 1991

Município	População na Bacia (hab.s)	Média per capita de produção de resíduos sólidos (kg/dia)	Produção estimada de resíduos (Kg/d)	Participação na Produção de resíduos na bacia (%)
Alvorada	62.449	0,55 *	34.347	33,6
Porto Alegre	38.989	0,75 **	29.242	28,6
Viamão	70.213	0,55 *	38.617	37,8
Total	171.651	-	102.206	100

* Média per capita da produção de resíduos sólidos (Kg/ dia) na RMPA, segundo PDRS (1997)

** Média per capita da produção de resíduos sólidos (Kg/ dia) em Porto Alegre, segundo DMLU (2001)

Fonte: IBGE (1991); METROPLAN (2001)

Adaptação: Moisés Ortemar Rehbein

Do ponto de vista da prestação de serviço público relacionada à coleta dos resíduos sólidos, dados do Censo do IBGE (1991), sistematizados pela METROPLAN (2001), revelam que na bacia do Feijó 90% dos domicílios são atendidos pelas coletas diretas municipais. A Tabela 38 enfoca o número bruto e percentual de domicílios que, por municípios na bacia, contemplados pelas prestações deste serviço.

Tabela 38. Relação dos domicílios atendidos pela coleta direta municipal na bacia do Feijó/ RS em 1991

Município	Alvorada	Porto Alegre	Viamão
Nº de domicílios atendidos pela coleta direta	14.579	10.588	15.663
Nº total de domicílios	16.551	10.861	18.466
% de domicílios atendidos pela coleta direta	88,1	97,5	85,0

Fonte: IBGE (1991); METROPLAN (2001)

Adaptação: Moisés Ortemar Rehbein

Em dados percentuais o valor dos domicílios que atendidos pelas coletas diretas é representativo, pois, na bacia, enquanto média municipal, mais de 90% dos domicílios dispõe desse serviço público. Todavia, quando analisado o número bruto do valor percentual dos domicílios que não contam com a coleta direta municipal no descarte de seu lixo, configurando conforme a METROPLAN (2001) enquanto domicílios que realizam descarte inadequado de seus resíduos, esse é um número expressivo.

São considerados domicílios que realizam descarte inadequado de seus resíduos, conforme METROPLAN (2001), aqueles que respondem pelas incinerações, pelos depósitos em terrenos baldios, pelos lançamentos em corpos hídricos, pelos soterramentos, pelas coletas indiretas e ou outras formas não especificadas de recolhimentos de seus resíduos.

A Tabela 39 revela os números brutos e percentuais de domicílios localizados em áreas da bacia do Feijó que descartam seus resíduos inadequadamente no ano de 1991.

Tabela 39. Número de domicílios na bacia do Feijó que descartam inadequadamente seus resíduos, em 1991

Descarte inadequado	Município	Alvorada (N° dom.)	Porto Alegre (N° dom.)	Viamão (N° dom.)
Resíduos queimados -		1.178	187	1.402
Resíduos em terreno -		339	48	703
Resíduos na água -		154	09	234
Resíduos enterrados, coletas indiretas, outros -		301	29	464
Total de domicílios com descarte inadequado -		1.972	273	2.803
Total de domicílios da bacia -		16.551	10.861	18.466
Domicílios com descarte inadequado		12%	3%	15%

Fonte: IBGE (1991); METROPLAN (2001)

Adaptação: Moisés Ortemar Rehbein

Na bacia do Feijó, no ano de 1991, um total de 5.048 domicílios realizam descartes inadequados de seus resíduos sólidos. No contexto das municipalidades, a situação mais crítica é a de Viamão: pelo maior número de domicílios a realizar descartes inadequados de seus resíduos e pela contemplação, em suas áreas, do maior número de nascentes (olhos d'água) no contexto da bacia. A situação de Alvorada, em relação aos dados de domicílios com descartes inadequados de resíduos, é, pode-se afirmar, relativamente próxima a de Viamão.

Não se dispõem de dados mais recentes sobre as situações de descartes de resíduos sólidos domiciliares sistematizados para a bacia do Feijó, todavia, para fragmentos territoriais inseridos na bacia é possível de se especular a cerca. Em Rehbein (2005) se encontra um

estudo que, realizado partir de dados do Censo do IBGE de 1991 e de 2000, seguindo parâmetros metodológicos da METROPLAN (2001), permite o reconhecimento da evolução do número de domicílios e do destino de seus resíduos sólidos, adequado ou inadequado, na Vila Augusta, unidade territorial inserida na bacia do Feijó, pertencente à municipalidade de Viamão.

A Tabela 40 apresenta os dados de 1991 e de 2000 dos números de domicílios e dos destinos do lixo na Vila Augusta.

Tabela 40. Número de domicílios e destino do lixo em 1991 e 2000 na Vila Augusta/ Viamão/ bacia do Feijó/ RS

Destino do lixo domiciliar	Anos	1991		2000	
		Nº dom.	%	Nº dom.	%
Destino adequado		3261	80,6	5219	98,8
Destino inadequado		787	19,4	62	1,2
Total de domicílios		4048	100	5281	100

Fonte: IBGE (1991; 2000); Rehbein (2005)

Adaptação: Moisés Ortemar Rehbein

Entre 1991 e 2000 na Vila Augusta, reconhece-se no período indicado um significativo avanço nas condições de descarte adequado do lixo, realizado pela coleta direta municipal de Viamão. No ano de 2000 um maior número de domicílios, acima da média do crescimento do número total de domicílios na Vila, usufrui das coletas do serviço de limpeza. Essa afirmação se confirma pela redução no número absoluto de domicílios que realizam descarte inadequado (TABELA 40).

Todavia, a despeito das melhorias observadas na Vila Augusta quanto ao destino do lixo domiciliar entre os anos de 1991 e 2000, registros fotográficos de vistorias *in loco* e imagens de satélites de alta resolução espacial, de datas mais recentes, ilustram em áreas da bacia do Feijó diferentes situações resultantes de descartes inadequados de resíduos sólidos, fundamentalmente, domiciliares: A Figura 37 (A; B; C) ilustra o acúmulo de lixo em base de pontes sobre o médio curso do arroio Feijó; A Figura 38 (A; B; C) ilustra depósitos de lixo às margens, no leito e retirado do arroio Feijó e as Figuras 39 e 40 ilustram, respectivamente, focos de lixo às margens do médio curso do arroio Feijó, resultantes de atividades de catadores e depósito irregular de lixo às margens do baixo curso do arroio Stella Maris, próximo sua foz, na confluência com o arroio Feijó.

(A)	Título: Lixo acumulado em base de ponte sobre o médio curso do arroio Feijó Localização: Vila Nova Americana/ Alvorada/ RS; Coord.(s) UTM aprox.(s): 491.480m E; 6.681.440m N; Orientação do campo de visão: SE; Data de obtenção do registro: 23/09/2007; Fonte: COMDEC de Alvorada/ RS, 2007
(B)	Título: Lixo acumulado em base de ponte sobre o médio curso do arroio Feijó Localização: Vila Americana/ Alvorada/ RS; Coord.(s) UTM aprox.(s): 491.452m E; 6.682.240m N; Orientação do campo de visão: NE; Data de obtenção do registro: 25/09/2007; Fonte: COMDEC de Alvorada/ RS, 2007
(C)	Título: Lixo acumulado em base de ponte sobre o médio curso do arroio Feijó Localização: Vila Americana/ Alvorada/ RS; Coord.(s) UTM aprox.(s): 491.452m E; 6.682.240m N; Orientação do campo de visão: SE; Data de obtenção do registro: 25/09/2007; Fonte: COMDEC de Alvorada/ RS, 2007

Figura 37 (A; B; C). Lixo acumulado em base de pontes sobre o médio curso do arroio Feijó/ RS

(A)	Título: Depósito de lixo às margens do arroio Feijó/ RS Localização: curso médio do arroio Feijó/ Alvorada/ RS; Data de obtenção do registro: janeiro de 2004; Fonte: COMDEC de Alvorada/ RS, 2004.
(B)	Título: Depósito de lixo no leito do arroio Feijó/ RS Localização: divisa municipal entre Porto Alegre e Alvorada; curso médio do arroio Feijó/RS; Data de obtenção do registro: janeiro de 2004; Fonte: COMDEC de Alvorada/ RS, 2004.
(C)	Título: Depósito de lixo retirado do leito do arroio Feijó/ RS Localização: divisa municipal entre Porto Alegre e Alvorada; curso médio do arroio Feijó/RS; Data de obtenção do registro: fevereiro de 2002; Fonte: PROFFIL & METROPLAN (2002, p. 21).

Figura 38 (A; B; C). Depósitos de lixo às margens, no leito e retirado do arroio Feijó/ RS

Figura 39. Focos de lixo às margens do médio curso do arroio Feijó/ RS, resultantes de atividades de catadores.

Fonte: Google Earth (imagem de 07 de jan. de 2009)

Figura 40. Depósito irregular de lixo às margens do baixo curso do arroio Stella Maris/ RS.

Fonte: Google Earth (imagem de 07 de jan. de 2009)

3.2 Cartografias e análises de padrões, unidades e vertentes do relevo da bacia hidrográfica do arroio Feijó/ RS

3.2.1. Morfologia: ênfases morfométricas e morfográficas no reconhecimento de padrões de formas semelhantes do relevo

A transição de relevos, pertencentes às unidades morfoesculturais do Planalto Uruguaio Sul Rio-Grandense e da Planície Costeira Gaúcha, é marcada na bacia hidrográfica do arroio Feijó por uma amplitude altimétrica de 307m, a partir de vertentes de declividades variadas. Essa amplitude altimétrica decorre da diferença entre a cota mínima, registrada nos arredores da foz do arroio, de 4m e a cota máxima, registrada em topo de morro, de 311m. A espacialização desses pontos contados e de outros, assim como, o desenho e o comportamento das curvas de nível, de equidistâncias de dez (10) m, são apresentados no mapa de elementos topográficos da bacia do Feijó/ RS (Figura 41).

A fim de uma melhor avaliação dos valores altimétricos na bacia, os mesmos foram agrupados em classes de 20 e 40 m, configurando 11 classes hipsométricas. Nesse contexto, conforme se observa na Tabela 41 e no Gráfico 17, predominam as superfícies de valores altimétricos entre 40m e 80m. As vertentes situadas entre 40 e 60m e entre 60 e 80m ocupam, respectivamente, 1.269 ha e 1280 há ou 24% e 25% da área total da bacia do Feijó.

Figura 41. Mapa de elementos topográficos da bacia do Feijó/ RS

Tabela 41. Distribuição em área (ha) de classes hipsométricas na bacia do Feijó/ RS

<i>Classes hipsométricas</i>	<i>Área</i>
< 20m	766 ha
20 – 40m	728 ha
40 – 60m	1.269 ha
60 – 80m	1.280 ha
80 – 100m	638 ha
100 – 120m	238 ha
120 – 160m	104 ha
160 – 200m	53 ha
200 – 240m	48 ha
240 – 280m	39 ha
280 – 311m	23 ha
TOTAL	5.186 ha

Elaboração: Moisés Ortemar Rehbein

Gráfico 17. Distribuição percentual (%) de classes hipsométricas na bacia do Feijó/ RS

Elaboração: Moisés Ortemar Rehbein

As vertentes de menores altitudes, inferiores a 40m, que também expressivas, ocupando 1.494 ha ou 29% da área total da bacia (Tabela 41; Gráfico 17), são observadas em superfícies localizadas ao centro-norte da mesma. As superfícies de valores altimétricos entre 80m e 100m estruturam a maioria dos divisores d'água da bacia a leste. Por sua vez, as vertentes de maiores altitudes, acima de 100m, ocorrem ao norte e, sobretudo, ao oeste na

bacia. A espacialização dessas informações altimétricas pode ser visualizada na Figura 42, mapa hipsométrico da bacia do Feijó/ RS.

Em relação às classes clinográficas, predominam vertentes com valores de declividades entre 10% e 20%, ocupando 1.736 ha ou 33% da área total da bacia do Feijó. Destacam-se também, enquanto ocorrências expressivas, vertentes com valores de declividades entre 05% e 10%, ocupando 1.561 ha ou 30% da área total da bacia (Tabela 42; Gráfico 18). Essas classes clinográficas mencionadas ocorrem de igual modo de norte a sul, assim como, de leste a oeste no contexto da bacia (Figura 43).

Tabela 42. Distribuição em área (ha) de classes clinográficas na bacia do Feijó/ RS

<i>Classes clinográficas</i>	<i>Área</i>
< 02 %	541 ha
02 – 05 %	830 ha
05 – 10 %	1.561 ha
10 – 20 %	1.736 ha
20 – 30 %	379 ha
30 – 40 %	91 ha
> 40 %	48 ha
TOTAL	5.186 ha

Elaboração: Moisés Ortemar Rehbein

Gráfico 18. Distribuição percentual (%) de classes clinográficas na bacia do Feijó/ RS

Elaboração: Moisés Ortemar Rehbein

Figura 42. Mapa hipsométrico da bacia hidrográfica do arroio Feijó/ RS

Figura 43. Mapa clinográfico da bacia hidrográfica do arroio Feijó/ RS

Todavia, vertentes com declividades inferiores a 05% se concentram nas porções centrais e, quando inferiores a 02 %, sobretudo, ao norte, no contexto da bacia (Figura 43). Vertentes com esses valores clinográficos ocorrem associadas, predominantemente, às superfícies de cotas altimétricas inferiores a 40m.

Por sua vez, vertentes com declividades superiores a 20%, embora detectadas em diferentes áreas da bacia, concentram-se em terrenos a oeste (Figura 43), donde ocorrem as superfícies de cotas altimétricas mais elevadas, acima de 120m.

Essas características hipsométricas e clinográficas, quando correlacionadas, permitem a identificação de relevos de relativos padrões morfométricos. São observadas na área da bacia do Feijó padrões morfométricos de relevos planos e ou de baixas declividades, inferiores a 5%, e de altitudes variáveis; padrões morfométricos de relevos de baixas e ou médias declividades, predominantemente entre 02% a 10%, e baixas altitudes, inferiores a 40m; padrões morfométricos de relevos de médias declividades, predominantemente entre 05% e 20% e médias altitudes, predominantemente entre 60m e 120m e padrões morfométricos de relevos de altas declividades, predominantemente em torno e acima de 20% e de relativas elevadas altitudes, acima de 100m.

Orientam na distinção de relevos, com base nos padrões morfométricos, o seccionamento das vertentes pela demarcação de talvegues, de divisores d'água e de rupturas de declive, sejam elas positivas e ou negativas. Observam-se na bacia do Feijó, portanto, 04 padrões morfométricos de relevo (Figura 44).

Esses padrões morfométricos de relevo, quando interpretados morfograficamente, são reconhecidos por padrões de formas semelhantes de relevo. Os padrões morfométricos de relevos planos e ou de baixas declividades e de altitudes variáveis compreendem padrões de formas semelhantes de relevo em planícies; os padrões morfométricos de relevos de baixas e ou médias declividades e baixas altitudes; de médias declividades e altitudes; e de altas declividades e de relativas elevadas altitudes; compreendem, respectivamente, padrões de formas semelhantes de relevo em colinas, morrotes e morros. A espacialização desses padrões de formas semelhantes de relevo na bacia do Feijó/ RS pode ser visualizada na figura 44.

Em relação aos padrões de formas semelhantes de relevo, no contexto da bacia, sobressaem-se, as demais formas de relevo, a ocorrência dos morrotes. Estes dominam as paisagens ao sul, centro e leste da bacia (Figura 44), ocupando uma área de aproximadamente 3.244 ha ou 63% da área total da bacia (Tabela 43; Gráfico 19).

Tabela 43. Padrões de formas semelhantes de relevo e suas respectivas dimensões na bacia do Feijó/ RS

Padrões de formas semelhantes de relevo	Área
Planícies	1.384 ha
Colinas	225 ha
Morrotes/ Outeiros	3.244 ha
Morros	333 ha
TOTAL	5.186 ha

Elaboração: Moisés Ortemar Rehbein

Gráfico 19. Ocorrência percentual (%) dos padrões de formas semelhantes de relevo na bacia do Feijó/ RS

Elaboração: Moisés Ortemar Rehbein

Figura 44. Mapa de padrões de formas semelhantes de relevo da bacia do Feijó/RS

As planícies, segundo padrão de formas semelhantes de relevo de maior expressão, ocupando uma área de aproximadamente 1.384 ha ou 27 % da área total da bacia, embora ocorram em todas as orientações, preponderam nas paisagens do norte, estabelecendo, por meio de sutis rupturas de declive, transições com o padrão de formas em colinas (Figura 44).

O padrão de formas em colinas, por sua vez, com aproximadamente 225 ha, ocupa a menor área no contexto da bacia, apenas 4 % da área total da mesma. O padrão de formas em morros, também pouco expressivo em dimensão, com aproximadamente 333 ha ou representando 6 % da área total da bacia, ocorre exclusivamente, conforme se observa na figura 44, na orientação oeste da mesma.

3.2.2. Cronologias e gêneses dos padrões morfológicos: ensaios sobre a estruturação das unidades de relevo e de vertentes

A fim de se dissertar sobre as cronologias e gêneses dos padrões morfológicos, assim como, das unidades de relevo e de vertentes na bacia do Feijó/ RS, resgatar-se-ão, sumária e introdutoriamente, considerações detalhadas no item geologia.

A bacia do arroio Feijó, como já mencionado anteriormente, situa-se numa área de transições de notáveis unidades morfoesculturais no contexto do RS e, assim, contempla litoestratigrafias pertencentes à evolução de ambas as unidades: graníticas e de depósitos sedimentares do Escudo Sul-Rio-Grandense e da Planície Costeira do RS.

As unidades graníticas, elementos do Escudo, de idades mais avançadas, originaram-se no Ciclo Brasileiro, intervalo de tempo durante o qual ocorreram diversas orogêneses e que durou cerca de trezentos (300) Ma no final do Proterozóico Superior (Neoproterozóico). Essas rochas foram originadas nas raízes de um antigo e regionalmente expressivo cinturão orogênico, conhecido por cinturão Dom Feliciano.

O cinturão Dom Feliciano é produto de eventos tectônicos regionais, da colisão de antigos continentes, cujos remanescentes, o Cráton do Kalahari e o Cráton do Rio de La Plata. Um dos limites dessa colisão ficou marcado por uma sutura crustal, reconhecida como SPOA. Essa sutura geológica, pela sucessão de esforços tectônicos compressivos, foi seccionada por falhas de rasgamento (ou de transcorrência), como a ZCTPA. Essas falhas liberaram espaços para o alojamento de magmas mantélicos no interior da crosta continental e, assim, para a formação de estruturas intrusivas, reconhecidas como granitóides sintranscorrentes. Rochas formadas pela cristalização de magmas provindos do manto e contaminados por material da crosta, como o granodiorito Lomba do Sabão, originaram-se ao longo dessas falhas.

Com a diminuição dos esforços tectônicos compressivos a litosfera continental sofreu lento soerguimento e inúmeras fissuras. Supõe-se, nessa instância geológica, o predomínio de processos extensionais, responsáveis pela origem de novas falhas e reativação de antigas, como a SPOA. Durante o predomínio dos esforços extensionais, na SPOA, sucederam-se intrusões magmáticas reconhecidas como granitóides pós-tectônicos estruturais. Na bacia do Feijó são reconhecidos quatro granitóides pós-tectônicos à ZCTPOA. O controle tectônico por reativação de falhamentos pré-existentes é claramente evidenciado no granito Santana, posicionado ao longo da SPOA. Também revelam feições estruturais e texturais desse controle os granitos Saint Hilaire, Independência e Feijó.

O granito Saint Hilaire apresenta características de cristalização sob baixa pressão, o que pode ser considerado como indicador de um magmatismo pós-tectônico pouco profundo, cujas últimas manifestações associadas com vulcanismo e intrusões hipoabissais (OLIVEIRA, 2001). Essas intrusões hipoabissais, litologias formadas em profundidades médias entre as estruturas plutônicas ou abissais e as estruturas efusivas ou vulcânicas, na bacia do Feijó, ocorrem como enclaves máficos (diques riolitos), principalmente nos granitos Saint Hilaire, Santana e Independência.

Em suma, podem ser destacados, enquanto elementos litológicos resultantes da evolução do cinturão Dom Feliciano, quatro grupos de rochas graníticas que estruturam áreas da bacia do Feijó: em profundidades, não aflorantes, os granitóides colisionais, de cronologias mais distantes, os quais cortados em função de esforços compressivos tectônicos pelos granitóides sintranscorrentes, posicionados ao longo das falhas de rasgamento (transcorrência), como o granodiorito Lomba do Sabão. Esses dois grupos litológicos foram, posteriormente, em função de esforços tectônicos extensionais, intrudidos tanto pelos granitóides pós-tectônicos que se alojaram na SPOA, como o granito Santana, quanto pelos que não apresentam controle estrutural tão evidente, como os granitos Feijó, Independência e Saint Hilaire.

Paralelamente e, sobretudo, seqüencialmente aos esforços geológicos, num período de relativa calma tectônica regional, a partir da ação conjunta de elementos e variáveis climáticas pretéritas, o cinturão Dom Feliciano foi arrasado por processos denudacionais. Tais processos, ao longo do tempo geológico, estimado em cerca de duzentos (200) Ma, expuseram em superfície as estruturas graníticas geradas em profundidades da crosta terrestre.

O escultramento dessas estruturas graníticas, que embasam as contemporâneas feições do relevo regional, resulta de uma série de processos ambientais de âmbito geológico.

Especula-se, a partir de informações disponíveis, a cerca de alguns desses prováveis processos.

As rochas graníticas foram geradas em ambientes cujas características muito adversas das que expostas quando em superfície terrestre. Constituem-se, essas unidades plutônicas, de minerais lentamente cristalizados a elevadas pressões e, sobretudo, temperaturas; apresentam traços de uma série de minerais, mas são minerais essenciais, com participações percentuais expressivas, biotitas, feldspatos alcalinos, plagioclásios e quartzos.

Os feldspatos, por exemplo, representam mais de 50% da estrutura mineralógica de algumas amostras litológicas, como no caso da avaliação média mineralógica de amostras do granito Santana. A participação percentual de feldspatos alcalinos é também expressiva em amostras do granito Feijó e Independência, pois, responde, respectivamente, por 46,7% e 43,6% da estrutura mineralógica dessas amostras. Os plagioclásios ocorrem como maiores médias percentuais das estruturas de amostras dos granitos Lomba do Sabão e Saint Hilaire, com valores de participação, respectivamente, de 34% e 33,8% (OLIVEIRA, 2001) (Tabela X).

Os minerais essenciais dessas massas graníticas, há exceção do quartzo, de acordo com a série de Goldich, reproduzida em TOLEDO; OLIVEIRA; MELFI (2000, p. 151), que trata da ordem de estabilidade relativa de alguns minerais frente ao intemperismo, podem ser considerados medianamente e ou pouco estáveis, apresentam mediana e ou elevada suscetibilidade às intempéries químicas, que, supõe-se, atuaram e atuam na fragilização das massas graníticas. Cabe destacar que mesmo o quartzo, citado como um dos mais estáveis minerais, não é inalterável, dependendo das condições ambientais a que submetido (TOLEDO; OLIVEIRA; MELFI; 2000).

Além dessas características estruturais, características micro e macro texturais, enquanto elementos de fraqueza das massas graníticas, também repercutem favoráveis a fragilização das litologias da bacia do Feijó. Elencam-se, nesse sentido, as texturas inequigranulares, médias a grossas, localmente porfiríticas, com megacristais de menores estabilidades aos das matrizes; bandas mineralógicas irregulares e descontínuas; feições deformativas mineralógicas, decorrentes de esforços tectônicos; microfraturas; encurvamento de maclas; sobrecrecimento e recristalização mineralógica; clivagens irregulares; enclaves e zonas de deformação, sobretudo concentrados em bordas de intrusões; variações texturais na escala de afloramento; complexa rede de veios; ocorrência de diques, de falhas tectônicas, de macrofraturas resultantes de alívio de pressão, etc.

A presença de enclaves, corpos *estranhos* imersos em unidades plutônicas, por exemplo, resultam em quebras na continuidade textural e estrutural dos granitos, favorecendo aos processos esculturais dessas massas ígneas intrusivas.

Resultam da interação geológica das características estruturais e texturais dos granitóides com a ação direta e indireta, pretérita e atual, de elementos e variáveis climáticas, o desgaste das massas graníticas e o escultramento das mesmas em padrões de formas semelhantes de relevo, tais como: em planícies aluviais, em colinas elúvio-graníticas, em morrotes elúvio-graníticos e em morro granítico.

Nesse contexto, a ação hidrológica, pela consolidação de uma rede de drenagem, merece destaque. As drenagens, condicionadas às linhas de fraqueza das litologias, entalharam as massas graníticas formando vales e planícies; muitos desses vales e planícies, sobretudo os que mais próximos de interflúvios, formando alvéolos e *hollows* (cabeceiras de drenagens), ainda indicam feições geológicas das quais resultantes, lineamentos estruturais.

Do entalhamento fluvial remanescem antigas superfícies, representadas contemporaneamente por topos suavemente convexos de relevos em forma de colinas, morrotes e morro. Alguns desses topos casam, não por acaso, com a ocorrência de diques, corpos rochosos de estruturas e texturas, no contexto da bacia do Feijó, relativamente mais resistentes. Oliveira (2001) chama a atenção para a ocorrência abundante de fenocristais de quartzo nessas estruturas.

Esses diques afloram em unidades métricas e quilométricas de extensão, intrudindo os granitos Saint Hilaire e Independência. Os diques representam manifestações tardias do magmatismo na região, ocorrendo como corpos discordantes às rochas graníticas. Pela forma como dispostos espacialmente, parecem condicionar a orientação de algumas drenagens; como o curso alto dos arroios Stella Marris e Feijó e o curso médio do arroio Seminário.

As formas de relevo em colinas se estruturam pelo escultramento do granodiorito Lomba do Sabão e do granito Saint Hilaire; as formas de relevo em morrotes se estruturam pelo escultramento dos granitos Feijó, Independência, Saint Hilaire, Santana e do granodiorito Lomba do Sabão e a forma de relevo em morro se estrutura pelo escultramento do granito Santana. Nesses processos de escultramento, as formas de relevo citadas assumem vertentes de feições planas, retilíneas, convexas e côncavas, que em muitos casos, entre os topos e as baixas encostas, interdigitam-se.

Sobre as colinas e morrotes, como que recapeando as unidades litológicas intrusivas, são observados elúvios, detritos pedogenéticos resultantes da desintegração das rochas sobre as quais se assentam.

Não foram encontradas pesquisas que identificassem médias de profundidades desses depósitos, originados “*in situ*”, para a área da bacia do Feijó, todavia, em proximidades, sobre morrote sustentado pelo granito independência, entre a média e a alta vertente, suavemente convexa, perfurações realizadas por empresa de engenharia para instalação de vigas de sustentação de edifícios, fundações, atestam a ocorrência de eluviões de mais de 04 metros (Figura 45).

Figura 45. Material eluvionar entre a média e a alta encosta, em vertente suavemente convexa, de morrote sustentado pelo granito Independência. Coord.(s) UTM: 481.522 m E; 6.676.355 m N; NNE; Data: 21/12/2010. Autor: Moisés Ortemar Rehbein

Na bacia do Feijó, associados aos elúvios, especialmente na média, na alta encosta e em topos de morro e morrotes estruturados pelos granitos Santana e Saint Hilaire, são observados afloramentos rochosos, desenvolvidos em processos intempéricos com esfoliação esferoidal e formando campos de matacões, a partir da mobilização, vertente a jusante, de materiais residuais desses granitos.

Os campos de matacões ocorrem mais expressivamente nas vertentes de maiores declividades. Também, associados aos matacões, ocorrem lajeados descontínuos.

Os campos de matacões, nestas áreas, são indicativos de uma possível menor densidade de linhas de fraqueza dos granitos Santana e Saint Hilaire às incisões intempéricas. Conforme Ross (1998), citado em Fujimoto (2001), a variação na densidade de fraturas de um complexo rochoso, associada à ação d'água, define a concentração de matacões expostos na superfície. Os matacões são resíduos de atividades morfogenéticas de ambientes climáticos úmidos, onde prevalecem processos esculturais, sobretudo de natureza química, promovidos pelas águas.

Na figura 46 se evidencia, a partir de um corte no terreno para instalação de edificação, a exposição de um matacão de significativas dimensões do granito Saint Hilaire.

Figura 46. Corte em terreno expondo matacão do granito Saint Hilaire.

Coord.(s) UTM: 492.475 m E; 6.675.410 m N; SO; Data: 13/04/2005. Autor: Moisés Ortemar Rehbein

Na figura 47 A e B se evidencia, na base do granito Saint Hilaire, um manto de alteração, resultante da decomposição da rocha para um material argiloso, de coloração avermelhada. Na figura 47 B se percebem elementos estruturais de dimensões variadas pertencentes a uma mesma matriz, porém separados pela decomposição química e desagregação mecânica da unidade litológica e em estágios distintos de intemperização. A ocorrência saprolítica atesta a origem autóctone do solo, por alteração do granito.

Figura 47 A. Saprólito; B. Desagregação litoestrutural.

Coord.(s) UTM: 492.475 m E; 6.675.410 m N; ENE; 13/04/2005. Autor: Moisés Ortemar Rehbein

Além dos eluviões, de naturezas pedogenéticas, um pacote de sedimentos clásticos terrígenos se acumulou, a partir do final do Terciário, em um sistema de leques aluviais coalescentes (agradacionais) na base do que contemporaneamente o morro granítico Santana.

No final do Terciário, em áreas da bacia hidrográfica do arroio Feijó, as formas de relevo, de acordo com Menegat *et. al.* (1998), estruturavam-se por vertentes de declividades acentuadas e vales profundos. Durante episódios de enxurradas intensas, por ocasião de torrentes, materiais detríticos foram mobilizados de montante a jusante, formando os leques aluviais ou cones de dejeção, reconhecidos por Delaney (1965) como pertencentes à Formação Graxaim e nomeados por Tomazelli & Villwock (1995 b) como leques alimentados pelo Escudo pré-cambriano. No mapeamento geológico de Menegat *et. al.* (1998) constam como depósitos do Sistema Laguna-barreira I (depósitos de leques aluviais).

Como consequência do predomínio de rochas fontes graníticas e da curta duração e distância do transporte, as fácies deste Sistema, em áreas como as da bacia do Feijó, têm como característica a imaturidade textural e mineralógica, exibindo uma composição essencialmente arcoseana. As fácies englobam os produtos de (re) mobilização gravitacional de mantos de alteração das rochas graníticas, envolvendo elúvios e colúvios (TOMAZELLI & VILLWOCK, 1995 b).

Esses depósitos de leques aluviais, assim como os detritos pedogenéticos (eluviões), foram retrabalhados, direta e indiretamente, com as alterações dos níveis de base dos canais fluviais da região, por no mínimo quatro ciclos transgressivo-regressivos, os quais correlacionáveis aos quatro últimos eventos glaciais que caracterizaram o final do Cenozóico. Decorre de uma dessas alterações dos níveis de base dos canais fluviais da região, correlacionais ao terceiro evento transgressivo-regressivo pleistocênico, de implicações no funcionamento dos processos erosivos e deposicionais fluviais regionais, a estruturação de terraços fluviais, dentre os quais, de ocorrência na bacia do Feijó, do terraço fluvial do rio Gravataí.

As planícies, por fim, desenvolvem-se desde o quaternário, a partir de processos fluviais deposicionais; resultam de processos esculturais de natureza geológica recente sobre granitóides, paleo-leques aluviais, eluviões e terraços fluviais do rio Gravataí. Estruturam-se por um complexo de ambientes reconhecidos enquanto depressões em anfiteatros, na forma de *hollows*, enquanto alvéolos e enquanto planícies fluviais e/ ou terraços fluviais do arroio Feijó e de alguns de seus tributários.

Os *hollows* correspondem aos segmentos de vertentes concentradores de fluxos hídricos, a partir dos quais, por dinamicidades proeminentes, evolui o modelado da bacia do Feijó. Essas formas de relevo, sobretudo quando articuladas as unidades de vertentes côncavas, indicam as orientações e as intensidades dos processos morfogenéticas operantes no dissecamento das colinas, dos morrotes e do morro granítico Santana.

Os *hollows* estão, sobretudo, articulados a lineamentos geológicos; ao retrabalhamento de materiais eluvionares e ou coluvionares das encostas, associado ao desenvolvimento de complexos de rampas de colúvios, que parecem ter acompanhado as fases de encaixamento da drenagem, resultando na estruturação de algum depósito sedimentar, que lhe dão configuração. Constituem-se, em geral, enquanto pequenos fundos de vale, muitos dos quais ainda encaixados, cujos processos de gênese e de evolução caracterizados por relativa dinamicidade no contexto geomorfológico em que inseridos.

A gênese dos alvéolos, por sua vez, decorre da instauração da rede de drenagem da bacia do Feijó, orientada por “zonas de fraquezas geológicas”, tais como diaclases, fissuras, fraturas e ou por “zonas de resistência geológica diferenciada”, resultantes da ocorrência de intrusões e ou diques.

Nos alvéolos, próximos e nos leitos das seções fluviais, observam-se ocorrências de sedimentos aluviais mal selecionados, grãos de areia, silte e argila, o que indicativo da irregularidade dos fluxos d’água que modelam esta forma de relevo. Os processos pluvio-fluviais sazonais, atrelados evidentemente a outras variáveis ambientais, condicionam, contemporaneamente, os ritmos esculturais dessas formas de relevo.

Longitudinalmente os alvéolos se apresentam como formas de relevo intermediárias que, de a montante, sobre as vertentes de colinas, morrotes e morros, resultam da progressão dos *hollows* e que, de a jusante, evoluem como planícies e ou terraços aluviais.

Nas planícies e ou terraços aluviais os processos geomorfológicos agradacionais, mais do que em qualquer outra forma de relevo da bacia, destacam-se frente aos processos denudacionais. Compreendem, portanto, terrenos de depósitos sedimentares, provindos das vertentes adjacentes, delimitados por nítidos aclives. Muitas de suas vertentes se caracterizam como típicas planícies de inundação, pois, pouco elevadas acima do nível médio das águas fluviais, são sazonalmente inundadas por ocasião das cheias.

Analogias morfológicas e morfogenéticas possibilitam a compartimentação das planícies e ou terraços em 08 unidades de relevo, denominadas a partir dos principais canais fluviais, de vazões perenes, que as qualificam. Reconhecem-se, na bacia do Feijó, as planícies do arroio Cantegril, Cecília, Dornelinhos, Feijó, Mário Quintana, Santana, Seminário e Stella Maris.

Nesses canais fluviais retificações vêm sendo realizadas, tais como: retificações, usos de matacões e de gabião às margens dos cursos d’água e dragagens periódicas dos seus leitos. A carga sedimentar nestes canais fluviais é predominantemente de granulação fina (silte e argila) intercalada com depósitos mais grosseiros, típicos de eventos pluviométricos mais intensos. As intervenções antrópicas, a partir da ocupação rururbana da bacia do Feijó, de maior expressão entre as décadas de 1970/80, proporcionaram uma transformação nos processos de erosão e deposição fluvial, intensificando-os. A erosão e a conseqüente deposição acelerada promovem um intenso processo de assoreamento dos leitos desses canais fluviais com depósitos tipicamente tecnogênicos, constituídos por materiais terrosos misturados a resíduos rururbanos.

3.2.3. As unidades de relevo e de vertentes: aspectos morfológicos e morfogenéticos

As compartimentações dos padrões de formas semelhantes de relevo da bacia do Feijó, em unidades de relevo e de vertentes, amparam-se em dados morfográficos, morfométricos e morfocronogenéticos. Considerando-se essas informações, o padrão de formas de relevo em planícies pôde ser compartimentado em: planícies fluvio-tecnogênicas e ou terraços fluviais do arroio Feijó e de seus tributários; em alvéolos; em depressões de anfiteatros (*hollows*); em terraços fluviais do rio Gravataí e ou em rampas gravitacionais ou de enxurradas (Figura 48).

O padrão em morro corresponde ao morro granítico Santana (Figura 49). O padrão de formas em morrotes pôde ser compartimentado em: morrotes elúvio-graníticos Santana; morrotes elúvio-graníticos Saint Hilaire; morrotes elúvio-graníticos Independência; morrote elúvio-granítico Feijó e morrotes elúvio-graníticos Lomba do Sabão (Figura 50). O padrão de formas em colinas, por fim, pôde ser compartimentado em colina elúvio-granítica Saint Hilaire e em colinas elúvio-graníticas Lomba do Sabão (Figura 51).

Os dados morfométricos de cada uma dessas formas de relevo mapeadas, enfatizando-se a área que ocupam, o seu porcentual de ocorrência na bacia, suas faixas de altitudes e de declividades predominantes, a extensão mediana de suas vertentes e ou o comprimento médio de suas rampas, são apresentados na Tabela 44. Cabe-se destacar que representam esses dados, além dos valores brutos para área, valores predominantes, de medianas e médias das formas de relevo; neste sentido, por exemplo, embora predominem valores de declividades na faixa dos 10% aos 20% nas encostas de morrotes, valores de declividades superiores também ocorrem com relativa frequência, especialmente nas médias encostas côncavas e convexas destas formas de relevo.

Figura 48. Mapa de unidades de relevo do padrão de formas semelhantes em planícies da bacia do Feijó/ RS

Figura 49. Mapa de unidades de relevo do padrão de formas semelhantes em morros da bacia do Feijó/ RS

Figura 50. Mapa de unidades de relevo do padrão de formas semelhantes em morrotes da bacia do Feijó/ RS

Figura 51. Mapa de unidades de relevo do padrão de formas semelhantes em colinas da bacia do Feijó/ RS

Tabela 44. Formas de relevo e variáveis morfométricas na bacia do Feijó/ RS

Formas de relevo	Área	%	Faixa de altitudes predominantes* ¹	Faixa de declividades predominantes* ¹	Extensão mediana das vertentes* ²
Planícies flúvio-tecnogências; fluviais e ou terraços fluviais do arroio Feijó e tributários	0564 ha	11	< 20m	< 2%	166m
Alvéolos flúvio-eluvionares de cursos tributários do arroio Feijó	0373 ha	07	20 – 60m	02 – 05%	63m
Depressões de anfiteatros	0256 ha	05	40 – 80m	02 – 05%	39m
Terraços fluviais do rio Gravataí	0164 ha	03	< 10m	< 2%	754m* ² / 979m* ³
Rampas coluvionares	0027 ha	1,5	20 – 60m	02 – 5%	126m* ^{2,1}
Morrote elúvio-coluvionar granítico Santana	0096 ha	02	60 - 80m	05 – 20%	Comprimento médio de rampas* ² 118m
Morro granítico Santana	0333 ha	06	120 – 240m	20 – 30%	495m
Morrotes elúvio-graníticos Santana	0254 ha	05	40 – 60m	05 – 20%	254m
Morrotes elúvio-graníticos Saint Hilaire	1990 ha	38	60 – 100m	10 – 20%	307m
Morrotes elúvio-graníticos Independência	0132 ha	03	60 – 80m	10 - 20%	215m
Morrote elúvio-granítico Feijó	0128 ha	02	60 - 80m	10 – 20%	231m
Morrotes elúvio-graníticos Lomba do Sabão	0644 ha	12	60 - 80m	10 – 20%	305m
Colina elúvio-granítica Saint Hilaire	0008 ha	0,5	40 - 45m	05 – 10%	108m
Colinas elúvio-graníticas Lomba do Sabão	0217 ha	04	10 - 30m	05 – 10%	323m

*¹ Faixa de maior expressão em área, conforme forma de relevo;

*² Extensão mediana das vertentes: os valores apresentados resultam da mediana de vinte (20) tomadas de medidas para cada unidade de relevo. As medidas representam as dimensões das vertentes, que das rupturas de aclives às possíveis linhas de talvegues do arroio Feijó e ou de seus tributários. No caso dos terraços fluviais do rio Gravataí, as medidas se limitam das rupturas de aclives (divisores d'água da bacia) às planícies e ou terraços fluviais do arroio Feijó, obtidas em ângulos de 90°.

*² Comprimento médio de rampas: os valores apresentados resultam da média de vinte (20) tomadas de medidas para cada forma de relevo. As medidas representam as dimensões das vertentes, que dos divisores d'água aos limites inferiores da baixa encosta.

*^{2,1} No caso das rampas gravitacionais ou de enxurradas, o valor apresentado resulta da mediana de vinte (20) tomadas de medidas, obtidas do ponto mais a montante até limites inferiores dessas unidades de relevo, em ângulos orientados pela disposição das curvas de nível.

*³ Valor obtido da mediana de vinte (20) tomadas de medidas em sentido a linha de talvegue do rio Gravataí, em ângulos de 90°, a partir das rupturas de aclave que determinam os contatos dos terraços as outras formas de relevo.

Obs.: a mediana foi optada em relação à média em alguns casos, enquanto medida de tendência central, por ser mais apropriada quando a forma de distribuição dos dados apresenta assimetria acentuada (valores mínimos e ou máximos muito elevados em relação aos demais).

Elaboração: Moisés Ortemar Rehbein

3.2.3.1. Planícies flúvio-tecnogênicas, fluviais e ou terraços fluviais do arroio Feijó e tributários

Estas formas de relevo compreendem superfícies relativamente planas, vertentes sem significativos desnivelamentos, muito suavemente inclinadas em direção aos talvegues de cursos fluviais perenes, donde os processos geomorfológicos agradacionais se destacam frente aos processos denudacionais. Compreendem, portanto, terrenos de depósitos sedimentares, provindos das vertentes adjacentes, delimitados por nítidos aclives.

Na figura 52 são apresentados registros fotográficos da planície fluvial do arroio Feijó e, além das indicações das localizações, algumas de suas características morfométricas. Nos registros fotográficos C e D da figura 52 são possíveis de se notar os contatos, marcados por linhas de aclives, das planícies com outros padrões de formas de relevo, colinas. Ambos os registros compreendem áreas que se caracterizam como típicas planícies de inundação, pois, pouco elevadas acima do nível médio das águas fluviais, são sazonalmente inundadas por ocasião de cheias. Nas ilustrações indicadas, observa-se que a ocupação dessas áreas se dá para fins de recreação e de cultivo de hortaliças.

Dada a escala de trabalho não foi possível a distinção entre as formas de relevo em planícies e terraços fluviais. Estes últimos foram observados, em campo, apenas no curso baixo do arroio Feijó, enquanto pequenos patamares limitados por rupturas de declives inexpressivos, a maioria deles graduais e sutis, na planície fluvial.

Na Figura 53, obtida no baixo curso do arroio Feijó, próximo sua foz, é possível de se observar, nas adjacências do leito de vazante do arroio, a ocorrência de diques marginais, indicando possíveis limites entre o leito menor e o leito maior do canal, assim como, seus terraços fluviais.

(A)		Localização: Passo do Feijó/ Alvorada/ RS Coord.(s) UTM: 491.267m E; 6.679.722m N Orientação do campo de visão: NNE Data de obtenção do registro: ago. de 2000 Altitudes: em torno de 15m Declividades: em torno de 1,0% Fonte: PADILHA (2003, p. 08)
(B)		Localização: Passo do Feijó/ Alvorada/ RS Coord.(s) UTM: 491.079m E; 6.679.814m N Orientação do campo de visão: SSE Data de obtenção do registro: ago. de 2000 Altitudes: em torno de 13m Declividades: em torno de 1,0% Fonte: PADILHA (2003, p. 10)
(C)		Localização: Passo do Dorneles/ Viamão/ RS Coord.(s) UTM: 491.891m E; 6.675.891 m N Orientação do campo de visão: N Data de obtenção do registro: 19/05/ 2005 Altitudes: em torno de 32 m Declividades: em torno de 1,5% Autor: Moisés Ortemar Rehbein
(D)		Localização: Passo do Feijó/ Alvorada/ RS Coord.(s) UTM: 490.988m E; 6.679.984m N; Orientação do campo de visão: SO; Data de obtenção do registro: 16/12/2009 Altitudes: em torno de 11m Declividades: em torno de 1,0% Autor: Moisés Ortemar Rehbein

Figura 52 (A; B; C; D). Ilustrações e dados da planície fluvial do arroio Feijó/RS

Figura 53. Seção fluvial do arroio Feijó próximo sua foz

Fonte: PADILHA (2003, p. 41)

Na bacia do Feijó as planícies e os terraços ocupam uma área de 5,64 Km² ou 11% das vertentes da bacia, cujas extensões medianas (medidas de tendência central) são da ordem de 166m. As planícies e os terraços ocorrem em superfícies que de 04m a 40m de altitude, apresentando, portanto, uma amplitude altimétrica de 36m. As declividades das vertentes, sobre essas formas de relevo, oscilam inferiores a 2%, declividades predominantes, e entre 2% e 5%.

Analogias morfológicas e morfogenéticas possibilitam a compartimentação dos fundos de vales em 08 formas de relevo em planícies, denominadas a partir dos principais canais fluviais, de vazões perenes, que as qualificam. Reconhecem-se, na bacia do Feijó, as planícies do arroio Cantegril, Cecília, Dornelinhos, Feijó, Mário Quintana, Santana, Seminário e Stella Maris (Figura 54).

Em expressão areal, além da planície fluvial do arroio Feijó, destaca-se na bacia a planície fluvial do arroio Stella Maris (Figura 54). As demais planícies fluviais mapeadas são significativamente inferiores em dimensão, guardando relativa proporcionalidade areal entre si (Figura 54). A planície fluvial do arroio Feijó apresenta predominantemente altitudes inferiores a 20m e o predomínio de vertentes de declividades inferiores a 2%, as demais planícies fluviais se estruturam por vertentes de altitudes entre 20m e 40m e de declividades predominantemente entre 2% e 5%.

Figura 54. Mapa das planícies fluviais da bacia do Feijó/ RS

Nessas planícies fluviais diversas intervenções antrópicas são diagnosticadas, tais como aterros e retificações de drenagens. A Figura 55 ilustra, pois, seção canalizada do arroio Stella Maris. Tais intervenções têm implicações diversas, diretas e indiretas, sobre o evoluir morfogenético e resultam, em muitos casos, em depósitos tipicamente antropogênicos. Desse modo, reconhecem-se essas planícies também enquanto planícies flúvio-tecnogênicas.

Figura 55. Arroio Stella Maris.

Coord.(s): 491.804m E; 6678152m N; ONO; Data: 26/09/2010.

Autor: Moisés Ortemar Rehbein

3.2.3.2. Planícies alveolares de cursos tributários do arroio Feijó

As planícies alveolares ocupam uma área de 3,73 km², representando 07% da área da bacia do Feijó. Compreendem superfícies de altimetrias variadas, situadas predominantemente entre 20m e 60m de altitudes. Os alvéolos se revelam enquanto vertentes planas e ou suavemente côncavas, de baixas declividades, predominantemente inferiores a 05%. A extensão mediana de suas vertentes é da ordem de 63m.

Estas formas de relevo estão nitidamente articuladas à rede de drenagem, pois, desenvolvem-se justapostas a cursos fluviais intermitentes. Limitam-se dos talwegues desses cursos fluviais às rupturas de aclives do entorno, indicadoras de transições as baixas encostas de colinas, morrotes e ou morro.

São depressões entulhadas de sedimentos, de extensões e larguras bastante variadas, alternadas por estrangulamentos, que resultantes de lineamentos geológicos e ou da resistência diferencial das estruturas graníticas, modeladas especialmente por processos plúvio-fluviais. A gênese dos alvéolos decorre da instauração da rede de drenagem da bacia do Feijó, orientada por “zonas de fraquezas geológicas”, tais como diaclases, fissuras, fraturas

e ou por “zonas de resistência geológica diferenciada”, resultantes da ocorrência de intrusões e ou diques.

Longitudinalmente, apresentam-se como formas de relevo intermediárias que, de a jusante, evoluem como planícies fluviais e que, de a montante, sobre as vertentes de colinas, morrotes e morros, resultam da progressão de *hollows*. Os limites entre essas três formas de relevo, os alvéolos, as planícies fluviais e os *hollows*, embora mapeados, são imprecisos, estabelecem-se sazonalmente, por meio de intrincadas relações de trocas entre matéria e energia. Noutra interpretação, os alvéolos representam a comunicação fluvial, ainda que intermitente, entre as cabeceiras de drenagem e as planícies dos cursos fluviais perenes da bacia do Feijó.

Em Guerra & Guerra (2006), para alvéolos, encontramos enquanto sinônimo a expressão “planícies intermontanas”. Tomando-se liberdade de adaptação desse termo, dada a realidade geomorfológica da bacia do Feijó, propõe-se para alvéolos a idéia de planícies inter colinas, outeiros e morros.

Nos alvéolos, próximos e nos leitos das seções fluviais, observam-se ocorrências de sedimentos aluviais mal selecionados, grãos de areia, silte e argila, o que indicativo da irregularidade dos fluxos d’água que modelam esta forma de relevo. No contato com as colinas, especialmente com os morrotes e os morros, é possível se especular, morfologicamente se considerando, pela formas das vertentes e disposição das rupturas de declive, a ocorrência de paleo-colúvios, mascarados ou harmonizados na paisagem por instaurações pedogenéticas e de vegetação.

Os processos plúvio-fluviais sazonais, atrelados evidentemente a outras variáveis ambientais, condicionam, contemporaneamente, os ritmos esculturais dessas formas de relevo. Os alvéolos resultam do aprofundamento e alargamento dos *hollows*, a partir da reestruturação hierárquica fluvial da rede de drenagem. Formam vales drenados por canais fluviais de segunda ou maior ordem (STRAHLER, 1952 *apud* CHRISTOFOLETTI, 1980), notadamente canais intermitentes, seccionados por estrangulamentos flúvio-geomorfológicos.

Na figura 56 são apresentados registros fotográficos de alguns alvéolos mapeados na bacia do Feijó/ RS e, além de indicações de localizações, algumas de suas características morfométricas. Nos registros fotográficos A; B e C da figura 56 são possíveis observações das rupturas de declive que expressam os contatos dos alvéolos com as baixas vertentes de morrotes elúvio-graníticos Saint Hilaire. No registro fotográfico D da figura 56 um emblemático exemplo morfológico de uma superfície alveolar da bacia do Feijó/ RS.

(A)		Localização: Viamópolis/ Viamão/ RS; Coord.(s) UTM: 491.988m E; 6.672.532m N; Orientação do campo de visão: NNE; Data de obtenção do registro: 26/09/2010; Altitudes: em torno de 48m; Declividades: em torno de 01%; Autor: Moisés Ortemar Rehbein
(B)		Localização: Cecília/ Viamão/ RS; Coord.(s) UTM: 491.880m E; 6.673.117m N; Orientação do campo de visão: SO; Data de obtenção do registro: 26/09/2010; Altitudes: em torno de 46m; Declividades: em torno de 01%; Autor: Moisés Ortemar Rehbein
(C)		Localização: Vila Augusta/ Viamão/ RS; Coord.(s) UTM: 491.900m E; 6.673.147m N; Orientação do campo de visão: NNE; Data de obtenção do registro: 26/09/2010; Altitudes: em torno de 43m; Declividades: em torno de 01%; Autor: Moisés Ortemar Rehbein
(D)		Localização: Vila Augusta/ Viamão/ RS; Coord.(s) UTM: 492.082m E; 6.673.1595m N; Orientação do campo de visão: N; Altitudes: em torno de 42m; Declividades: inferiores a 01%; Autor: Paulo Longaray

Figura 56 (A; B; C; D). Ilustrações e dados de alvéolos da bacia do Feijó/ RS

3.2.3.3. Depressões de anfiteatros (*hollows*)

Os *hollows* ocupam uma área de 2,56 km², representando 05% da área da bacia do Feijó. Compreendem superfícies de altimetrias variadas, assim como os alvéolos, porém ocorrem predominantemente em faixas altimétricas que de 40m a 80m. Os *hollows* se revelam enquanto vertentes suavemente côncavas, de baixas declividades, predominantemente inferiores a 05%, mas foram mapeados em superfícies que de até 10% de declividades.

Possuem vertentes de extensões médias de 39m, todavia, em relação a esse dado, cabe-se destacar que resulta da soma e divisão de valores de significativa amplitude, o que equivale a afirmar que as vertentes dos *hollows*, assim como dos alvéolos, possuem extensões muito variadas, nestes casos, notadamente menores ao sul e maiores ao norte da bacia.

Os *hollows* são reconhecidos como depressões de anfiteatros, como a parte central de cabeceiras de drenagem, áreas da encosta cujos contornos são côncavos em planta e perfil (GUERRA & GUERRA, 2006). Propõe Moura *et al* (1991), *apud* Guerra & Guerra (2006), que se classifiquem os *hollows*, basicamente, em três tipos: *Hollows* côncavos articulados (HCA); *Hollows* côncavo-planos (HCP) e *Hollows* côncavos suspensos (HCS); os quais, todos identificados na bacia do Feijó.

O ***hollow* côncavo articulado** se refere à porção central de uma cabeceira de drenagem, em anfiteatro, cuja articulação ao nível de base da drenagem atual é visualmente expressa (MOURA *et al*, 1991 *apud* GUERRA & GUERRA, 2006). Na Figura 57 são apresentadas representações, em planta e perfil, de *Hollows* côncavos articulados. Na figura 57 A. a representação topográfica de uma cabeceira de drenagem em anfiteatro com a indicação dos segmentos de encosta, propostos por Hack & Goodlett (1960); Na figura 57 B. uma ilustração dos componentes geomórficos de encostas em cabeceiras de drenagem, modificado de Ruhe & Walker (1968) por Guerra & Guerra (2006, p. 342).

Figura 57 (A; B). Representações em planta e perfil de *Hollows* côncavos articulados.
 Fonte: Guerra & Guerra (2006, p. 342).

Observações e interpretações de campo e gabinete, de ênfases morfológicas e morfogenéticas, sobre *hollows* côncavos articulados da bacia do Feijó, orientam especulações a cerca da evolução dessas formas de relevo: estão, sobretudo, articulados a lineamentos geológicos; ao retrabalhamento de materiais eluvionares e ou coluvionares das encostas, associado ao desenvolvimento de complexos de rampas de colúvios, que parecem ter acompanhado as fases de encaixamento da drenagem, resultando na estruturação de algum depósito sedimentar, que lhe dá configuração. Constituem-se, em geral, enquanto pequenos fundos de vale, muitos dos quais ainda encaixados, cujos processos de gênese e de evolução caracterizados por relativa dinamicidade no contexto geomorfológico em que inseridos.

A figura 58 (A; B) traz ilustrações e dados de *hollow* côncavo articulado, neste caso formando uma sutil depressão a partir de vertentes do morrote elúvio-granítico Saint-Hilaire. Configura-se enquanto área úmida, resguardando nascentes.

(A)		Localização: Viamópolis/ Viamão/ RS; Coord.(s) UTM: 492.506m E; 6.672.640m N; Orientação do campo de visão: SE; Data de obtenção do registro: 26/09/2010; Altitudes: em torno de 65m; Declividades: em torno de 04%; Autor: Moisés Ortemar Rehbein
(B)		Localização: Viamópolis/ Viamão/ RS; Coord.(s) UTM: 492.506m E; 6.672.640m N; Orientação do campo de visão: NE; Data de obtenção do registro: 26/09/2010; Altitudes: em torno de 65m; Declividades: em torno de 04%; Autor: Moisés Ortemar Rehbein

Figura 58 (A; B). Ilustrações e dados de *hollow* côncavo articulado da bacia do Feijó/ RS

Os *hollows* **côncavo-suspensos** se referem às depressões de anfiteatros que suspensas em relação ao nível de base da drenagem atual. Referem-se à porção central de uma cabeceira de drenagem cuja articulação ao nível de base da drenagem atual não é visualmente expressa. (MOURA *et al*, 1991 *apud* GUERRA & GUERRA, 2006). Na bacia do Feijó resultam de situações em que a drenagem permanece *barrada* pelo entulhamento dos fundos de vales ou de situações em que ainda não atingidas pelo encaixamento do vale adjacente, em alvéolo ou planície fluvial. Ocorrem, especialmente, sobre os padrões de formas de relevo em morrotes e morro da bacia do Feijó, em áreas de topo ou de alta encosta. De acordo com Moura *et al* (1991) *apud* Guerra & Guerra (2006), esse tipo de *hollow* preserva, geralmente, espesso registro sedimentar.

Os *hollows* **côncavo-planos** se referem a fundos de vale, porções centrais de cabeceiras de drenagens em anfiteatro, caracterizadas por geometrias plano-horizontal a sub-horizontal, resultantes do entulhamento de antigos canais erosivos por materiais de natureza

alúvio-coluvionares (rampas de alúvio-coluvios). O termo se aplica também aos fundos de sub-bacias não-canalizadas (MOURA *et al*, 1991 *apud* GUERRA & GUERRA, 2006). Ocorrem na bacia do Feijó, especialmente, sobre os padrões de formas de relevo em colinas e morrotes, em áreas de baixa encosta. Em relação aos demais tipos de *hollows*, são os que apresentam as maiores extensões de vertentes na bacia.

Os *hollows* ocorrem à jusante de vertentes côncavas dos padrões de formas de relevo em colinas, morrotes e ou morro e à montante de alvéolos ou planícies fluviais; quando suspensos, em geral, além de ocorrerem à jusante de vertentes côncavas, também às antecedem. A articulação *hollows versus* vertentes côncavas têm significado genético, pois, em geral, resultam os *hollows* da progressão de vertentes dessa geometria, com seu aprofundamento, alargamento e entulhamento.

Na bacia do Feijó, enquanto zonas de fraquezas ou de lineamentos geológicos, quando ocorrem na alta encosta, a jusante de vertentes côncavas ou em áreas de topos, seccionam os padrões de formas semelhantes de relevo em unidades de relevo, de morfogêneses distintas ou não. Em outras palavras, os *hollows* quando próximos aos divisores d'água, por vezes, seccionam topos, possibilitando a compartimentação de distintas formas e ou feições geomorfológicas na bacia do Feijó.

Os *hollows* são também definidos, para além de seus aspectos morfológicos e morfogenéticos, com base na hierarquia fluvial. No contexto da bacia do Feijó, contemplam áreas de nascentes (olhos d'água) e de canais fluviais de primeira ordem (STRAHLER, 1952 *apud* CHRISTOFOLETTI, 1980), ainda que estes sejam intermitentes, desarticulados do nível de base da rede de drenagem atual, no caso dos *hollows* côncavo-suspensos e ou inexpressivos pelo seu entulhamento sedimentar, no caso dos *hollows* côncavo-planos.

Os *hollows* correspondem aos segmentos de vertentes concentradores de fluxos hídricos, a partir dos quais, por dinamicidades proeminentes, evolui o modelado da bacia do Feijó. Essas formas de relevo, sobretudo quando articuladas as unidades de vertentes côncavas, indicam as orientações e as intensidades dos processos morfogenéticas operantes no dissecamento das colinas, dos morrotes e do morro granítico Santana.

3.2.3.4. Terraços fluviais do rio Gravataí

Os terraços fluviais do rio Gravataí compreendem superfícies horizontais ou muito suavemente inclinadas, constituídas por depósitos fluviais pleistocênicos modelados por erosão fluvial, condicionada pelos dois últimos eventos transgressivo-regressivos marinhos Quaternários. As oscilações no nível médio dos mares repercutiram em transformações

geomorfológicas regionais, no âmbito da planície costeira do RS, de implicações de alternâncias no nível de base do que então o rio Gravataí. Por conseguinte, pressupõe-se uma reconfiguração de processos erosivos e deposicionais nesse canal fluvial, cujo resultado se evidencia pela formação de terraços fluviais.

Os terraços fluviais do rio Gravataí compreendem vertentes limitadas do talvegue do rio Gravataí as rupturas de aclave de a montante, indicadoras de transições as baixas encostas da colina elúvio-granítica Lomba do Sabão e do morrote elúvio-granítico Saint-Hilaire. No sentido leste-oeste se limitam dos divisores d'água da bacia do Feijó às rupturas de declive indicadoras de transições às planícies e terraços fluviais do arroio Feijó.

Os terraços fluviais do rio Gravataí são banquetas ou patamares representativos do leito maior desse canal fluvial, são vertentes sazonalmente inundadas em seus segmentos inferiores e ou no contato com a planície e ou terraços fluviais do arroio Feijó. Ocorrem na bacia do Feijó enquanto três unidades, de mesma gênese, compartimentadas pela ação fluvial do arroio Feijó e reconfiguradas pelas cheias sazonais do rio Gravataí.

Os terraços fluviais do rio Gravataí ocupam uma área de 1,64 km² na bacia do Feijó, representando 03% da área da bacia. Compreendem superfícies de altimetrias inferiores a 10m. Revelam-se enquanto vertentes planas, de baixas declividades, inferiores a 2%, orientadas em direção ao talvegue do rio Gravataí.

Nos terraços fluviais do rio Gravataí se contemplam as vertentes de maiores extensões no contexto da bacia do Feijó. As extensões medianas das vertentes oscilam de acordo com a orientação de sua obtenção. No sentido leste-oeste, das rupturas de aclives (divisores d'água da bacia) às planícies e ou terraços fluviais do arroio Feijó, a extensão mediana das vertentes é de 754m. Na orientação norte-sul, em sentido a linha de talvegue do rio Gravataí, a partir das rupturas de aclave que determinam os contatos as outras formas de relevo, baixas encostas da colina elúvio-granítica Lomba do Sabão e do morrote elúvio-granítico Saint-Hilaire, a extensão mediana das vertentes é da ordem de 979m.

Na Figura 59 (A.; B.; C.; D.) se apresentam ilustrações e dados de vertentes de terraço fluvial do rio Gravataí/ RS, os quais atestam as características morfométricas e morfográficas descritas nos parágrafos anteriores. Observam-se em todas as ilustrações da Figura 59 cenários de áreas úmidas, pela ocorrência de lençol freático comumente aflorante e vegetação típica de banhados. Nestes segmentos de vertentes se destacam usos relacionados à rizicultura e, mediante aterros, urbanos.

(A)		Título: no 1º plano, vista aérea de terraço fluvial do rio Gravataí; Localização: Vila Americana/ Alvorada/ RS; Coord.(s) UTM aprox.(s): 491.371m E; 6.684.000m N; Orientação do campo de visão: SE; Data de obtenção do registro: fev. de 2000; Altitudes: em torno de 04m; Declividades: em torno de 01%; Fonte: PADILHA (2003, p. 41)
(B)		Título: Vertentes do terraço fluvial do rio Gravataí; Localização: Vila Americana/ Alvorada/ RS; Coord.(s) UTM aprox.(s): 491.987m E; 6.683.631m N; Orientação do campo de visão: N; Data de obtenção do registro: 02/12/2008; Altitudes: em torno de 03m; Declividades: inferiores a 01%; Fonte: COMDEC de Alvorada/ RS, 2009
(C)		Título: Vertentes do terraço fluvial do rio Gravataí; Localização: Vila Americana/ Alvorada/ RS; Coord.(s) UTM aprox.(s): 492.094m E; 6.683.693m N; Orientação do campo de visão: SSO; Data de obtenção do registro: dez. de 2008; Altitudes: em torno de 03m; Declividades: inferiores a 01%; Fonte: COMDEC de Alvorada/ RS (2009)
(D)		Título: Vertentes do terraço fluvial do rio Gravataí; Localização: Vila Americana/ Alvorada/ RS; Coord.(s) UTM aprox.(s): 492.094m E; 6.683.693m N; Orientação do campo de visão: NNE; Data de obtenção do registro: dez. de 2008; Altitudes: em torno de 03m; Declividades: inferiores a 01%; Fonte: COMDEC de Alvorada/ RS (2009)

Figura 59 (A.; B.; C.; D.). Ilustrações e dados de vertentes de terraço fluvial do rio Gravataí/ RS

3.2.3.5. Rampas coluvionares

As rampas coluvionares ocupam 0,27km² ou 1,5% da área da bacia do Feijó, compreendem superfícies de altimetrias variadas, predominantes entre 20 a 60m, e vertentes retilíneas e convexas de baixas declividades, predominantes entre 02 e 05%. O comprimento mediano das rampas é de 126m.

As rampas coluvionares compreendem rampas gravitacionais, tálus, enquanto paleo-colúvios, que ocorrem no sopé do morro, morrotes e colinas da bacia; assim como, compreendem rampas de enxurradas, cones de dejeção, enquanto colúvios e ou paleo-colúvios, que ocorrem sucedendo *hollows* ou vertentes côncavas na bacia.

No caso das rampas gravitacionais, seus limites superiores são marcados por nítidas rupturas de aclave, a partir das quais suas vertentes assumem formas de rampas, em alguns casos com aberturas laterais progressivas, até contatos, mais sutis, as outras formas de relevo do padrão em planícies. Quando suas vertentes se apresentam côncavas, apresentam-se visualmente seccionadas pela instalação de cursos pluviais, cursos d'água temporários, espasmódicos, produzidos por enxurradas.

Cursos dessa natureza, qualificados pelo escoamento concentrado em canais temporários, potenciais torrentes, também parecem ter dado gêneses as rampas de enxurradas ou cones de dejeção, feições de formas cônicas, que se abrem em leques para jusante, a partir do eixo de maior competência do fluxo d'água, encaixado em vertentes de significativas declividades.

As rampas coluvionares representam formas de fundos de vales, suavemente inclinadas, associadas, presume-se, à coalescência de depósitos de tálus e ou de cones de dejeção, que se interdigitam e ou recobrem depósitos eluvionares de baixas encostas e ou depósitos aluviais. Os tálus seriam estruturados de fragmentos de rochas removidos e depositados na base de vertentes, resultantes de movimentos de massa antigos e os cones de dejeção seriam estruturados de materiais detríticos grosseiros, depositados na base de vertentes por conta de torrentes.

As rampas coluvionares, gravitacionais e de enxurradas, embora indicadas como unidades de relevo do padrão de formas em planícies da bacia do Feijó, devidas especulações acerca de suas morfogêneses e dadas algumas de suas características morfológicas, pois se pressupõe tratar de formas de acumulação e notoriamente são vertentes de baixas declividades em fundos de vale; também poderiam ser descritas como unidades de relevo do padrão de formas em colinas e ou como segmentos de vertentes, suavemente retilíneas e convexas, da baixa encosta de morrotes e ou morro da bacia do Feijó, pois, contemporaneamente, essas

formas parecem evoluir em processos, paralelos, pedogenéticos e dissecativos. Poderiam ser tratadas as rampas gravitacionais e de enxurradas, paleo-colúvios, desse modo, como formas de relevo transicionais entre os fundos de vales e as baixas encostas.

Há de se reconhecer que as morfogêneses da maioria dessas formas mapeadas são especulativas, pois a delimitação poligonal das rampas gravitacionais e ou de enxurradas foi fundamentalmente baseada em dados morfológicos do relevo. Desenvolvem-se sobre essas formas espessos eluviões e sondagens profundas, sobre as mesmas, não foram realizadas.

Todavia, enquanto elemento favorável a hipótese levantada por dados morfológicos do relevo, de que se tratariam essas formas de depósitos gravitacionais e ou de enxurradas, os trabalhos de Delaney (1965), Ayala (1977), Lehueur (1992) e Bittencourt (1993) citados e validados por Tomazelli & Villwock (1995 b) e o trabalho de Menegat (1998), atestam para essa possibilidade; pois registram na região a ocorrência de um sistema de tálus e leques alimentados pelo Escudo Pré-cambriano, mascarado pelas condições ambientais diversas do Pliocênio, do Pleistoceno e do Holoceno.

De qualquer modo, a despeito das evidências, reconhece-se que em relação às rampas gravitacionais ou de enxurradas, registradas no mapeamento de compartimentos de relevo do padrão de formas semelhantes em planícies da bacia do Feijó, caberiam estudos pormerizados, especialmente sondagens dos seus sedimentos mais profundos, a fim de se validarem suas concretas morfogêneses.

3.2.3.6. Morrote elúvio-coluvionar granítico Santana

No contexto da bacia do Feijó, no mapeamento geológico de Menegat (1998), depósitos de naturezas gravitacionais e ou de enxurradas estão, enquanto paleo-colúvios, cartografados nas adjacências do granítico Santana. Tais depósitos são elementos chave na definição do morrote elúvio-coluvionar granítico Santana.

Esses depósitos paleo-coluvionares Pleistocênicos ou, até mesmo, Pliocênicos (DELANEY, 1965; AYALA, 1977; LEHUEUR, 1992; BITTENCOURT, 1993 *apud* TOMAZELLI E VILLWOCK, 1995b) tratam-se de depósitos pertencentes ao Sistema de leques alimentados pelo Escudo. Vale relembrar, a partir da citação de Tomazelli & Villwock (1995 b), que a geometria de leque na maioria dos casos não é reconhecida, dadas as transformações, desde o Terciário Superior, pelas quais passou o modelado da região.

Os depósitos paleo-coluvionares, reforçando-se afirmações anteriores, são resultantes da coalescência de tálus e ou cones de dejeção, da mobilização e do soterramento de antigos elúvios do granito Santana. Atestam-se essas afirmações com base em dados

bioestratigráficos, encontrados em supostos paleossolos, e em informações texturais e estruturais dos sedimentos constituintes desses depósitos (TOMAZELLI & VILLWOCK, 1995 b; MENGAT, *et. al.*, 1998).

Resultantes de paleo-elúvios e de fragmentos litológicos ainda primários do granito Santana, da curta duração e distância do transporte desse material, as fácies do Sistema de leques alimentados pelo Escudo, observadas em áreas como as da bacia do Feijó, têm como características de destaque as imaturidades textural e mineralógica: nesses depósitos são de comum ocorrência a presença de pavimentos pedregosos, linhas de pedras (*stone lines*), formadas essencialmente por seixos de quartzo provenientes dos veios que outrora cortavam as rochas fontes (TOMAZELLI & VILLWOCK, 1995 b; MENGAT, *et. al.*, 1998).

A natureza alóctone dos solos é de difícil percepção no campo, especialmente quando se tratam de solos de constituição semelhante à das rochas subjacentes, o caso em questão. Linhas de pedras, entretanto, conforme o Manual Técnico de Pedologia do IBGE (2007), são comumente fortes indícios de descontinuidades entre os solos e as litologias locais.

De acordo com Tomazelli & Villwock (1995 b) e Menegat, *et. al.* (1998) as fácies do Sistema de leques alimentados pelo Escudo se apresentam enquanto unidades de diamictitos, conglomeráticos elúvio-colvionares, em que o arcabouço, constituído por grânulos de quartzo e feldspato, encontra-se sustentado por uma matriz lamítica maciça, sugerindo gênese a partir de processos do tipo fluxo de detritos. Também, acrescem esses autores, podem ocorrer fácies relativamente bem estratificadas, reflexos deposicionais de fluxos torrenciais canalizados. As argilas destas fácies lamíticas são formadas basicamente por caolinita, que sob o ponto de vista petrográfico, caracterizam-se por serem friáveis e apresentarem um elevado conteúdo em feldspato.

O morrote elúvio-colvionar granítico Santana ocupa 0,96km² ou 02% área da bacia do Feijó, compreende superfícies de altimetrias predominantes entre 60m e 80m, vertentes de geometrias retilíneas, convexas e côncavas, de declividades predominantes entre 05% e 20%. O comprimento médio de suas rampas é de 118m, as quais se interdigitam a baixa encosta do morro granítico Santana e, de modo expressivo, às superfícies alveolares e de depressões de anfiteatros.

3.2.3.7. Morro Granítico Santana

O morro granítico Santana ocupa 3,33km² ou 06% da área da bacia do Feijó, compreende superfícies de altimetrias predominantes entre 120m e 240m, assim como, o ponto de maior altitude cotado no contexto da bacia: de 311m. Suas vertentes de geometrias

retilíneas, convexas e côncavas, destacam-se por apresentarem declividades relativamente elevadas: a faixa de declividades predominantes é a que compreende valores que de 20% a 30%, especialmente na alta e média encosta. O comprimento médio das rampas dessa unidade de relevo também é expressivo: registrado como da ordem de 495m.

Na baixa encosta do morro, ao seu entorno, aspectos morfológicos das vertentes, destacando-se a presença de nítidas linhas de rupturas de declive, com a suavização dos valores de declividades das vertentes para a jusante, além dos aspectos morfogenéticos apresentados para a unidade de relevo anterior, levam a crer na ocorrência de depósitos de sopé, paleo-colúvios. A presença marcante de *hollows* côncavos articulados, que se adentram na baixa encosta do morro granítico Santana, reforçam essa suspeita.

Eis que a evolução dos *hollows*, especialmente dos côncavos articulados nos sopés do morro, destacam-se na determinação das morfogêneses atuais dos segmentos de vertentes das baixas encostas do morro granítico Santana. Nas médias e altas encostas do morro a dissecação desta unidade de relevo se dá, sobretudo, a partir da evolução de vertentes côncavas, de significativas declividades, que, condicionadoras de fluxos plúvio-fluviais e de materiais.

Algumas dessas vertentes côncavas, e também retilíneas, contribuem na estruturação a jusante do alvéolo do arroio morro Santana. A interdigitação das vertentes desse alvéolo as vertentes do morro granítico Santana estruturam um proeminente vale fluvial em “V”. Trata-se esse, pois, de um vale encaixado, extenso longitudinalmente, com nítida orientação litoestrutural (Figura 60).

Figura 60. No segundo plano, vale em “V”, seccionando o morro granítico Santana
Coord.(s) UTM 493.036m E; 6.676.123m N; O; Data: 26/09/2010. Autor: Moisés Ortemar Rehbein

O vale, conforme possível de se observar na Figura 60, possui comprimentos de rampas de significativas dimensões, de declividades elevadas, de geometrias retilíneas e côncavas, concentradoras de fluxos hídricos e de materiais, fundos estreitos, na forma de alvéolo, cujas vertentes em orientações transversais de dimensões inferiores a uma dezena de metros.

Quando analisados longitudinalmente os fundos de vale, ou vertentes do alvéolo, apresentam elevada amplitude altimétrica, pois, em apenas pouco mais de 1,5km de extensão, a amplitude altimétrica dessa unidade de relevo é da ordem de 145m. Quando também computadas as vertentes do morro granítico Santana, também elementos estruturantes do vale, essa amplitude pode chegar a 235m.

Essas características morfológicas do vale, atreladas as variáveis pedo-litológicas, ocorrências de solos rasos e de afloramentos rochosos, quando da manifestação de eventos pluviométricos expressivos e ou intensos, fazem-no uma área de respostas iminentes, de significativas concentrações de energias e de fluxos. Neste caso, indicando relativa resistência litológica, as vertentes parecem evoluir com o aprofundamento do vale.

3.2.3.8. Morrotes elúvio-graníticos Santana, Saint Hilaire, Independência, Feijó e Lomba do Sabão

Os **morrotes elúvio-graníticos Santana** ocupam 2,54Km² ou 05% da área da bacia do Feijó. Estruturam-se por vertentes de altimetrias predominantes entre 40m e 60m, de geometrias retilíneas, convexas e côncavas, em faixa de declividades predominantes entre 05% a 20%. Destacam-se, nessas unidades de relevo, topos extensos, suavemente convexas. O comprimento médio das rampas dessas unidades de relevo é da ordem de 254m. Os morrotes elúvio-graníticos Santana formam quatro distintas unidades de relevo, compartimentadas pela ação fluvial e pelas formações de alvéolos inter-morrotes e da planície fluvial do arroio Mário Quintana.

Os **morrotes elúvio-graníticos Saint Hilaire** ocupam 19,9Km² ou 38% da área da bacia do Feijó. Desse modo, representam no contexto do modelado da bacia as unidades de relevo de maior expressão espacial, dominam a paisagem. Estruturam-se por vertentes de altimetrias predominantes entre 60m e 100m. Os topos dessas unidades de relevo estruturam, majoritariamente, os divisores d'água da bacia ao norte e ao leste. As vertentes dos morrotes elúvio-graníticos Saint Hilaire possuem geometrias retilíneas, convexas e côncavas, em faixa de declividades predominantes entre 10% a 20%, cujo comprimento médio das rampas é mensurado em 307m.

Os **morrotes elúvio-graníticos Independência** ocupam 1,32Km² ou 03% da área da bacia do Feijó. Estruturam-se por vertentes de altimetrias predominantes entre 60m e 80m, de geometrias retilíneas, convexas e côncavas, em faixa de declividades predominantes entre 10% a 20%. O comprimento médio das rampas dessas unidades de relevo é da ordem de 215m. Os morrotes elúvio-graníticos Independência formam duas distintas unidades de relevo, compartimentadas pela ação fluvial e pelas formações de alvéolos inter-morrotes e vertentes côncavas, que as segmentam dos morrotes elúvio-graníticos Saint Hilaire e Feijó.

O **morrote elúvio-granítico Feijó** ocupa 1,28Km² ou 02% da área da bacia do Feijó. Estrutura-se por vertentes de altimetrias predominantes entre 60m e 80m, de geometrias retilíneas, convexas e côncavas, em faixa de declividades predominantes entre 10% a 20%. O comprimento médio das rampas dessa unidade de relevo é da ordem de 231m. Na baixa encosta desse morrote se observam significativas ocorrências de *hollows* côncavo-articulados e vertentes côncavas, os quais, associados aos alvéolos do arroio Stella Maris, estabelecem sua segmentação enquanto unidade de relevo.

Os **morrotes elúvio-graníticos Lomba do Sabão** ocupam 6,44Km² ou 12% da área da bacia do Feijó. Estruturam-se por vertentes de altimetrias predominantes entre 60m e 80m, de geometrias retilíneas, convexas (Figura 61 A; B.) e côncavas, em faixa de declividades predominantes entre 10% a 20%.

(A)		Título: Vertente retilínea de morrote elúvio-granítico Lomba do Sabão Localização: Vila Augusta/ Viamão/ RS; Coord.(s) UTM aprox.(s): 492.485m E; 6.675.070m N; Orientação do campo de visão: SE; Data de obtenção do registro: maio de 2005; Altitudes: em torno de 45m a 60m; Declividades: em torno de 10%; Autor: Moisés Ortemar Rehbein
(B)		Título: Vertentes convexas (no 1° e 2° plano) de morrote elúvio-granítico Lomba do Sabão Localização: Vila Augusta/ Viamão/ RS; Coord.(s) UTM aprox.(s): 491.799m E; 6.674.173m N; Orientação do campo de visão: SSE; Data de obtenção do registro: abril de 2005; Altitudes: em torno de 60m a 80m; Declividades: em torno de 13%; Autor: Moisés Ortemar Rehbein

Figura 61 (A; B). Vertente retilínea e convexa de morrotes elúvio-graníticos Lomba do Sabão

O comprimento médio das rampas dessas unidades de relevo é da ordem de 305m. Os morrotes elúvio-graníticos Lomba do Sabão formam 03 distintas unidades de relevo, compartimentadas pela ação fluvial e pelas formações de vertentes côncavas, *hollows* côncavo-articulados, alguns dos quais ainda resguardando nítidas feições de lineamentos geológicos, alvéolos inter-morrotes e planícies fluviais.

Ocorrem, mediante a intersecção das vertentes côncavas e planícies, contíguos ao morro Santana, aos morrotes elúvio-graníticos Saint Hilaire (Figura 62) e Independência. Constituem afloramentos de parte do embasamento cristalino da bacia.

Figura 62. Morrote elúvio-granítico Lomba do Sabão (ao centro) contíguo as vertentes convexas do morrote elúvio-granítico Saint Hilaire (no 1º plano) e ao morro granítico Santana (ao fundo)
Coord.(s) UTM 491.454m E; 6.672.577m N; NO; Data: 26/09/2010.
Autor: Moisés Ortemar Rehbein

3.2.3.9. Colinas elúvio-graníticas Saint Hilaire e Lomba do Sabão

A **colina elúvio-granítica Saint Hilaire** ocupa 0,08Km² ou 0,5% da área da bacia do Feijó. Equivale a unidade de relevo de menor expressão espacial no contexto da bacia. Estrutura-se por vertentes de altimetrias predominantes entre 40m e 45m, de geometrias essencialmente suaves convexas, em faixa de declividades predominantes entre 05% a 10%. O comprimento médio das rampas dessa unidade de relevo é da ordem de 108m. Poderia ser descrito como uma unidade de relevo de resistência litológica, uma vez que seus divisores d'água, mesmo que notoriamente rebaixados frente aos morrotes de mesma gênese a montante, ainda condicionam a confluência dos arroios Feijó e Cantegril.

As **colinas elúvio-graníticas Lomba do Sabão**, representadas por duas unidades de relevo, ocupam 2,17Km² ou 04% da área da bacia do Feijó. Estruturam-se por vertentes de altimetrias predominantes entre 10m e 30m, de geometrias retilíneas, convexas e côncavas, estas antecedendo *hollows* côncavo-planos. As vertentes dessa unidade de relevo apresentam faixa de declividades predominantes entre 05% a 10% e o comprimento médio de suas rampas é da ordem de 323m. As colinas elúvio-graníticas Lomba do Sabão estabelecem os divisores d'água do sudoeste da bacia e podem ser descritas, assim como os morrotes de mesma gênese, enquanto afloramentos do embasamento cristalino da bacia.

Embora apresentem o predomínio de extensos comprimentos de rampas, marcados por amplas baixas encostas, de declividades suaves, também ocorrem nas vertentes dessas colinas,

pelo contato com seções transversais côncavas do arroio Feijó, que avança sobre essas vertentes, segmentos de encostas de declividades relativamente expressivas.

Essa observação pontual, que foge a regra, enquanto um desvio padrão expressivo, em relação às medidas de tendência central, apresentadas para dados morfométricos do relevo, também cabe às demais unidades de relevo elencadas.

Cabe-se destacar que neste tópico de abordagem se enfocam faixas predominantes espacialmente, médias e medianas de valores morfométricos do relevo e que, enquanto ressalva, especialmente em se tratando das colinas, morrotes e morro, tais valores também se caracterizam por expressivas amplitudes, resultantes da diferença entre seus dados máximos e mínimos constituintes. Por exemplo, nas colinas, morrotes e morro, em todas as unidades de relevo elencadas, a despeito das faixas predominantes, são observadas pontualmente vertentes declividades expressivas, que superiores a 35%.

3.2.4. Aspectos pedológicos e das vertentes de indicações morfogenéticas relativamente recentes do relevo

De acordo com Casseti (1991) Jahn (1954) é renomado pesquisador no estudo da evolução das vertentes, sobretudo, pela proposição do “balanço de denudação”. Esta considera que as forças morfogenéticas, a partir das vertentes, fundamentam-se em dois componentes: a primeira, denominada perpendicular, caracteriza-se pela infiltração, intemperização e pedogenização, proporcionando formação de material para eventual transporte; a segunda, denominada paralela (paralela à vertente), caracteriza-se pelos próprios processos denudacionais, responsáveis pelo transporte do material pré-elaborado.

O “balanço denudacional” de Jahn (1954) também é reconhecido como “balanço morfogenético”, denominação proposta por Tricart (1957) que, segundo Casseti (1991), de maior abrangência terminológica.

No contexto do balanço morfogenético, quando a componente perpendicular é superior à paralela, ou seja, quando a pedogênese é superior à denudação, reconhece-se que há um balanço morfogenético negativo, do contrário, quando a componente paralela é superior à perpendicular, ou seja, quando a denudação predomina sobre a pedogênese, reconhece-se que há um balanço morfogenético positivo (JAHN, 1954; TRICART, 1957 *apud* CASSETI, 1991).

Considerando as componentes apresentadas por Jahn (1954); Tricart (1957) *apud* Casseti (1991) destaca a importância da declividade, do comprimento de rampa, da geometria,

da natureza das rochas e do clima no balanço morfogenético das vertentes. Neste contexto de relevâncias, destacar-se-á neste item abordagens relativas à declividade, a geometria das vertentes e a natureza das formações superficiais.

Enfatiza Tricart (1957) *apud* Casseti (1991) que, de modo geral, quanto maior o declive ou gradiente de uma vertente mais a componente paralela se intensifica, o que repercute no enfraquecimento da componente perpendicular. Exemplos dessa relação são observáveis nas vertentes íngremes que ocorrem na bacia do Feijó, especialmente em segmentos de altas encostas dos morrotes e do morro granítico Santana, onde ocorrem predominantemente associações de NEOSSOLOS LITÓLICOS e ou NEOSSOLOS REGOLÍTICOS com CAMBISSOLOS HÁPLICOS, cuja uma de suas características morfológicas marcantes são horizontes adelgaçados, tratam-se, pois, de solos rasos a pouco profundos; também ocorrem, sobre essas vertentes íngremes, com frequência, afloramentos rochosos.

Por outro lado, em vertentes de baixas declividades, normalmente encostas inferiores e fundos de vales, a componente perpendicular notoriamente se destaca à componente paralela (TRICART, 1957 *apud* CASSETI, 1991). No caso da bacia do Feijó se pode afirmar que, do ponto de vista do balanço morfogenético, a componente perpendicular, para além das vertentes de baixas encostas, também se sobressai nas vertentes de médias encostas e topos de colinas e morrotes, donde ocorrem solos profundos e ou relativas espessas formações superficiais, elúvios.

Concomitantemente ao fator declividade, também operam o comprimento de rampa e a forma geométrica da vertente enquanto balanceadores morfogenéticos (TRICART, 1957 *apud* CASSETI, 1991). Em relação ao comprimento de rampa, fundamentar-se-á a cerca quando das discussões morfodinâmicas na bacia do Feijó, por hora, deter-se-á abordagens relativas à forma geométrica da vertente.

As formas geométricas das vertentes, por influência gravitacional, orientam fluxos de matéria e energia. De acordo com Ruhe (1975) *apud* Casseti (1991) as vertentes de comprimentos e larguras retilíneas condicionam predominantemente fluxos laminares; as vertentes de comprimentos retilíneos e larguras curvas orientam fluxos diversos (larguras convexas: fluxos dispersos; largura côncava: fluxos convergentes).

Utilizando-se dos modelos geométricos de vertentes de Troeh (1965), Bloom (1970) *apud* Casseti (2006 d) divide os principais tipos de encostas em dois grandes grupos: o das coletoras de água e o das distribuidoras de água. O grupo das encostas coletoras de água possuem contornos côncavos e são representados na Figura 63 pelos quadrantes I e II; o grupo

das encostas distribuidoras de água possuem contornos convexos e são representados na Figura 63 pelos quadrantes III e IV. O eixo vertical do diagrama separa as encostas com perfis convexos, que favorecem o desenvolvimento de rastejamento (quadrantes II e III), das encostas com perfis côncavos, que favorecem a lavagem das mesmas, como, por exemplo, em processos pluviais (quadrantes I e IV).

Figura 63. Os modelos geométricos de vertentes de Troeh (1965)

Fonte: Bloom (1970) *apud* Casseti (2006, d, p. 07)

No trabalho de Fujimoto (2001) também se observa a compartimentação de encostas com base em formas geométricas, enquanto unidades de vertentes planas, retilíneas, convexas e côncavas, assim como, a indicação de fluxos hídricos superficiais e subsuperficiais associados a essas compartimentações. No trabalho de Fujimoto (2001) a área de estudos compreende uma bacia hidrográfica que compartilha divisores d'água com a bacia do Feijó e, para além da vizinhança, características físicas similares (geológicas, pedológicas e climatológicas). De acordo com Fujimoto (2001), as unidades de vertentes retilíneas, em sua área de estudos, apresentam tendência a uma menor infiltração e a predominância ao escoamento superficial difuso nas altas e médias vertentes, passando a concentrado nas baixas vertentes; nas unidades de vertentes côncavas observa que os processos de escoamento superficial difuso e concentrado superam a infiltração e, por conseguinte, o escoamento

subsuperficial; nas unidades de vertentes convexas observa tendências a uma menor infiltração e a predominância do escoamento superficial difuso nas altas e médias vertentes, passando a concentrado nas baixas vertentes; nas unidades de vertentes planas observa tendências a predominância da infiltração e, assim, ao escoamento subsuperficial.

Acredita-se que as características das declividades e das geometrias das vertentes quando observadas concomitantes as características morfológicas dos solos e ou formações superficiais enriquecem fundamentações sobre o balanço morfogenético do relevo. Desse modo, seqüencialmente, buscar-se-á uma dissertação aproximada dessas variáveis.

As variações de cores, nas unidades taxonômicas de solos da bacia do Feijó, são observadas no perfil dos solos, entre os seus horizontes, e, também, ao longo das vertentes (topos; altas, médias, baixas encostas e fundos de vale) de diferentes geometrias (convexas, côncavas, retilíneas e planas) do relevo da bacia do Feijó.

As cores avermelhadas e amareladas identificadas nas diferentes unidades de mapeamento de solos, especialmente PV1 e PV2, e ou diferentes unidades taxonômicas de solos, especialmente nos ARGISSOLOS e CAMBISSOLOS, que ocorrem sobre topos, encostas altas, médias e baixas das vertentes, sobretudo dos morrotes e colinas da bacia do Feijó, devem-se aos óxidos de ferro, resultantes de reações da progressiva meteorização dos constituintes mineralógicos dos granitóides da área, formando depósitos eluvionares e ou solos autóctones.

Atestando a ocorrência de depósitos eluvionares e ou solos autóctones, desenvolvidos a partir de material de origem de rocha imediatamente subjacente, apresentam-se as Figuras 64 e 65.

A Figura 64 evidencia aspectos gerais da unidade de mapeamento de solos R1, associação de NEOSSOLOS com CAMBISSOLOS e inclusões de ARGISSOLOS. Observam-se, no registro fotográfico, litologias do morro granítico Santana em estágios avançados de meteorização, também, sobre as mesmas, encobertos pela vegetação, depósitos de tálus, colúvios visivelmente resultantes de instabilidade gravitacional, condicionada por corte no terreno em abertura de via (Avenida Protásio Alves). O registro fotográfico foi obtido na baixa encosta do morro granítico Santana, em vertentes convexo-côncavas de declividade e altitude, respectivamente, em torno de 6% e de 97m.

Figura 64. Litologias do morro granítico Santana em estágios avançados de meteorização
Coord.(s) UTM: 489.437 m E; 6.676.801 m N; SO; Data: 26/09/2010. Autor: Moisés Ortemar Rehbein

A Figura 65 evidencia aspectos gerais da unidade de mapeamento de solos PV1, associação de ARGISSOLOS com CAMBISSOLOS. Na Figura 65 se observam matacões do granito Saint Hilaire, expostos por corte na abertura de estrada, atestando a ocorrência de solos autóctones. O registro fotográfico foi obtido sobre o morrote elúvio-granítico Saint Hilaire em média vertente convexa, de 8 % de declividade e a 67 m de altitude.

Figura 65. Matacões do granito Saint Hilaire atestando ocorrência de solos autóctones.
Coord.(s) UTM: 492.391 m E; 6.672.594 m N; NE; Data: 26/09/2010.
Autor: Moisés Ortemar Rehbein

As cores avermelhadas, quando homogêneas no perfil, são indicadoras de solos bem drenados (Tabela X) e de boa aeração (STRECK, *et. al.*, 2008), portanto, compreendem estes, coberturas superficiais de relativa boa permeabilidade e, assim, favoráveis aos processos de

infiltração e de recarga do lençol freático. Caso dos solos em evidência nas figuras 66 e 67, ARGISSOLOS VERMELHOS, expostos em função de cortes na abertura de arruamentos.

Na Figura 66 os ARGISSOLOS VERMELHOS ocorrem em média encosta do morrote elúvio-granítico Saint Hilaire, em vertentes convexas de declividades e altitudes em torno, respectivamente, de 6% e de 72 m. Na Figura 67 os ARGISSOLOS VERMELHOS ocorrem entre a média e baixa encosta do morrote elúvio-granítico Saint Hilaire, em vertentes convexo-côncavas de declividades e altitudes em torno, respectivamente, de 5% e de 48 m.

Figura 66. Ocorrência de ARGISSOLOS VERMELHOS em média encosta de vertentes convexas do morrote elúvio-granítico Saint Hilaire. Coord.(s) UTM: 492.429 m E; 6.672.580 m N; NO; Data: 26/09/2010. Autor: Moisés Ortemar Rehbein

Figura 67. Ocorrência de ARGISSOLOS VERMELHOS entre a média e baixa encosta de vertentes convexo-côncavas do morrote elúvio-granítico Saint Hilaire. Coord.(s) UTM: 492.998 m E; 6.676.738 m N; SE; Data: 26/09/2010. Autor: Moisés Ortemar Rehbein

Segundo critérios derivados do *Soil Survey Manual* (USA, 1951; 1993) e implementados na Reunião Técnica de Levantamento de Solos (1979) e no Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo (SANTOS *et. al.*, 2005), as classes de drenagem, que se referem à quantidade e a rapidez com que a água recebida pelo solo se escoar por infiltração e escoamento, afetando as condições hídricas do solo ou a duração de período em que permanece úmido, molhado ou encharcado, são qualificadas conforme as especificações apresentadas na Tabela 45.

Tabela 45. Classes de drenagem dos solos e suas respectivas especificações

Classes de drenagem	Especificações
Excessivamente drenado	A água é removida do solo muito rapidamente; o material do solo tem elevada porosidade e permeabilidade, sendo comum aos solos com esta classe de drenagem textura arenosa.
Fortemente drenado	A água é removida rapidamente do perfil; os solos com esta classe de drenagem são muito porosos, de textura média a arenosa e muito permeáveis.
Acentuadamente drenado	A água é removida rapidamente do perfil; os solos com esta classe de drenagem são normalmente de textura argilosa e média, porém sempre muito porosos e bem permeáveis
Bem drenado	A água é removida do solo com facilidade, porém não rapidamente; os solos com essa classe de drenagem comumente apresentam textura argilosa ou média, não ocorrendo normalmente mosqueados devido a processos de oxidação e redução, entretanto, quando presentes, o mosqueado ocorre em profundidade, localizando-se a mais de 150 cm da superfície do solo e também a mais de 30cm do topo do horizonte B ou do horizonte C, se não existir B.
Moderadamente drenado	A água é removida do solo um tanto lentamente, de modo que o perfil permanece molhado por uma pequena, porém significativa, parte do tempo. Os solos com esta classe drenagem comumente apresentam uma camada de permeabilidade lenta no solum ou imediatamente abaixo dele. O lençol freático acha-se imediatamente abaixo do solum ou afetando a parte inferior do horizonte B, por adição de água, através de translocação lateral interna ou alguma combinação dessas condições. Podem apresentar algum mosqueado devido a processos de oxidação e redução na parte inferior do B, ou no topo do mesmo, associado à diferença textural acentuada entre A e B, a qual pode resultar na manifestação de caráter epiáquico.
Imperfeitamente drenado	A água é removida do solo lentamente, de tal modo que este permanece molhado por período significativo, mas não durante a maior parte do ano. Os solos com esta classe de drenagem comumente apresentam uma camada de permeabilidade lenta no solum, lençol freático alto, adição de água através de translocação lateral interna ou alguma combinação destas condições. Normalmente, apresentam algum mosqueado devido a processos de oxidação e redução no perfil, notando-se na parte baixa indícios

	de gleização.
Mal drenado	A água é removida do perfil tão lentamente que este permanece molhado por uma grande parte do ano. O lençol freático comumente está à superfície ou próximo dela durante uma considerável parte do ano. As condições de má drenagem são devidas a lençol freático elevado, camada lentamente permeável no perfil, adição de água através de translocação lateral interna ou alguma combinação destas condições. É freqüente a ocorrência de mosqueados no perfil e características de gleização.
Muito mal drenado	A água é removida do perfil tão lentamente que o lençol freático permanece à superfície ou próximo dela durante a maior parte do ano. Solos com drenagem desta classe usualmente ocupam áreas planas ou depressões, onde há, freqüentemente, estagnação de água. São comuns nesses solos características de gleização e, ou, acúmulo, pelo menos superficial, de matéria orgânica, comumente com horizonte hístico

Fonte: Santos *et. al.* (2006, p. 269-70)

As cores amareladas, por sua vez, são indicativas da condição de solos bem a moderadamente drenados, indicando uma provável remoção mais lenta da água das chuvas ou um encharcamento mais prolongado dos horizontes após eventos pluviométricos (STRECK, E. V. *et. al.*, 2008).

Cores amareladas são típicas, na área de estudos, na base dos horizontes Bt dos ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS. Na Figura 68 se apresentam aspectos gerais dessa unidade taxonômica de solos. No registro fotográfico, os ARGISSOLOS VERMELHOS-AMARELOS ocorrem entre a média e a baixa encosta do morrote elúvio-granítico Saint Hilaire, em vertentes convexo-côncavas de declividades e altitudes em torno, respectivamente, de 4% e de 47 m.

Figura 68. Ocorrência de ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS entre a média e baixa encosta de vertentes convexo-côncavas do morrote elúvio-granítico Saint Hilaire.

Coord.(s) UTM: 493.017 m E; 6.676.752 m N; SE; Data: 26/09/2010. Autor: Moisés Ortemar Rehbein

Em alguns perfis de ARGISSOLOS se observou a ocorrência de horizontes sub-superficiais de cores mais claras, nitidamente contrastantes as cores dos horizontes adjacentes, de cores escuras, e dos horizontes subjacentes, bruno-avermelhadas e ou vermelho-amareladas. Presume-se, esse horizonte de coloração mais clara, tratar-se do horizonte E, donde argilas e outras partículas finas parecem ter sido removidas, lixiviadas, pela ação d'água para o horizonte subjacente, Bt. O horizonte E é um horizonte mineral comumente sub-superficial, no qual a remoção ou segregação de material coloidal e orgânico progrediu a tal ponto que a cor do horizonte é determinada mais pela cor das partículas primárias de areia e silte do que por revestimentos nessas partículas (IBGE, 2007).

A informação descrita no parágrafo anterior, em relação à ocorrência de horizontes E nos ARGISSOLOS, pode ser visualizada na Figura 69. Trata-se esta, pois, de um registro fotográfico de perfil de ARGISSOLO VERMELHO, exposto em função de corte na abertura de arruamento. O corte foi realizado entre a alta encosta e topo convexos do morrote elúvio-granítico Saint Hilaire, cujas declividades e altitudes, respectivamente, em torno de 6% e de 70m.

Figura 69. Desenvolvimento de horizonte E em perfil de ARGISSOLO VERMELHO.

Coord.(s) UTM: 492.505 m E; 6.672.644 m N; NNE; Data: 26/09/2010.

Autor: Moisés Ortemar Rehbein

Em alguns perfis de ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS se observam ocorrências, na base de horizontes Bt, além de mosqueados vermelho-amarelos, de cores acinzentadas, que indicativas de redução e segregação de Fe por saturação hídrica, muito provável, em função de uma camada de permeabilidade lenta no solum. O lençol freático, nestes casos, parece estar afetando a parte inferior dos horizontes Bt por adição de água, através de translocação lateral interna, associada às diferenças de características morfológicas

em profundidade. Tratam-se esses solos, em relação às classes de drenagem, de solos moderadamente drenados (TABELA 45).

A informação descrita no parágrafo anterior, em relação à ocorrência de cores acinzentadas na base de horizontes Bt de ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS, pode ser visualizada na Figura 70. Trata-se esta, pois, de um registro fotográfico de perfil de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, exposto em função de corte para instalação de moradia. O corte foi realizado na baixa encosta de vertente convexo-côncava do morrote elúvio-granítico Saint Hilaire, cujas declividades e altitudes, respectivamente, de 5% e de 38m.

Figura 70. Perfil de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, cuja base do horizonte Bt de cores acinzentadas.

Coord.(s) UTM: 493.128 m E; 6.676.917 m N; O; Data: 26/09/2010. Autor: Moisés Ortemar Rehbein

Ainda em relação ao perfil em evidência na Figura 70, após a limpeza de parte do mesmo, o modo de distribuição dos horizontes do solo levanta indícios da ocorrência de paleossolos. Estes são solos formados em épocas remotas e que posteriormente recobertos por sedimentos (IBGE, 2007).

A ocorrência de perfis com horizontes de cores variadas na forma de mosqueados (variegados) são indicativos de zona de oscilação do lençol freático no solo (STRECK *et. al.*, 2008). Essa característica é observada em segmentos de vertentes de baixa encosta, já mencionada para os ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS, e em fundos de vale na bacia do Feijó, donde, respectivamente, verificam-se perfis de horizontes de solo com cores variadas na forma de mosqueados vermelhos em matriz de solo (massa principal) de cores amareladas e mosqueados amarelos e vermelhos em matriz de solos de cores cinzentas.

Solos de matrizes de cores acinzentadas são comuns nos fundos de vale, planícies, terraços fluviais e alvéolos da bacia do Feijó. De acordo com Streck *et. al.* (2008), Santos *et. al.* (2006), cores acinzentadas nos perfis de solo resultam da dissolução e remoção de óxidos de ferro e espelham a cor dos minerais silicatados (principalmente argilominerais e quartzo). A dissolução e a remoção dos óxidos de ferro estão relacionadas, nestes casos, a ambientes saturados com água durante períodos prolongados, o que indica ocorrência de lençol freático periodicamente aflorante.

Na Figura 71 A. e B. são ilustrados segmentos de vertentes do terraço fluvial do rio Gravataí, donde se observam a formação de pequenos corpos d'água e, associados a estes, o estabelecimento de uma vegetação de aguapés, indicadora de lençol freático constantemente aflorante ou próximo a superfície. Estes segmentos de vertentes compreendem áreas úmidas. Nestes segmentos de vertente a água é removida do perfil de solo tão lentamente que este permanece molhado por uma significativa parte do ano. Enquanto classes de drenagem, dados os elementos morfométricas e morfológicas do relevo e dos solos, caracterizam-se estas vertentes pela ocorrência de solos mal a muito mal drenados.

(A)		Localização: Vila Americana/ Alvorada/ RS; Coord.(s) UTM aprox.(s): 492.094m E; 6.683.693m N; Orientação do campo de visão: SSO; Data de obtenção do registro: dez. de 2008; Altitudes: em torno de 03m; Declividades: inferiores a 01%; Fonte: COMDEC de Alvorada/ RS (2009)
(B)		Localização: Vila Americana/ Alvorada/ RS; Coord.(s) UTM aprox.(s): 491.612m E; 6.683.816m N; Orientação do campo de visão: NNE; Data de obtenção do registro: fev. de 2000; Altitudes: em torno de 03m; Declividades: inferiores a 01%; Fonte: PADILHA (2003, p. 41)

Figura 71 (A.; B.). Segmentos de vertentes do terraço fluvial do rio Gravataí com solos mal a muito mal drenados

Do ponto de vista das características texturais dos solos, observam-se, na área da bacia do Feijó, solos que apresentam expressivo gradiente textural, determinado por horizontes superficiais de qualificações mais arenosas sobre horizontes subsuperficiais de qualificações mais argilosas. Esse é o caso dos ARGISSOLOS Bt que, dominando a paisagem da bacia, ocorrem sobre praticamente todas as formas de relevo, quando não predominantes enquanto inclusões. Quando a gradiente textural é significativamente acentuada ela caracteriza uma mudança textural abrupta entre os horizontes do solo.

A textura dos ARGISSOLOS na bacia do Feijó é, de modo geral, no horizonte A franco a franco arenosa e no horizonte B varia de franco-argilosa a argilo arenosa. O horizonte A, portanto, comparado ao horizonte B, apresenta condições texturais de permeabilidade significativamente mais favoráveis, o que, quando de ocorrências pluviométricas, resulta no desenvolvimento de processos de infiltração descompassados entre ambos os horizontes do solo, o superficial e o subsuperficial. Esse descompasso nas taxas de infiltração, entre ambos os horizontes, condiciona o encharcamento do horizonte A e sua saturação hídrica (quando os espaços vazios entre as partículas de solos, os poros, estão preenchidos por água). Nesse contexto, geram-se fluxos paralelos subsuperficiais e superficiais, dinamizados e orientados, sobretudo, pelos declives e geometrias das vertentes.

Poças de água são formadas na superfície do solo, nas pequenas depressões, à medida que a velocidade de infiltração se torna inferior ao aporte pluvial ou à medida que há saturação hídrica do horizonte A.

Com a persistência pluvial, quando as pequenas depressões da superfície não conseguem mais conter a águas das chuvas, esta escoia pelas vertentes. Inicialmente o fluxo é difuso, laminar. O fluxo linear é o estágio seguinte.

No caso dos ARGISSOLOS Bt, também dos CAMBISSOLOS e NEOSSOLOS, verificam-se situações em campo em que a mudança textural abrupta no perfil desses solos ocorre em pequenas profundidades. Nestes casos, o horizonte A se apresenta pouco espesso. Em segmentos de vertentes precariamente e ou não cobertos por vegetação e serrapilheira, onde esta característica textural abrupta procede, observa-se o desenvolvimento de processos erosivos laminares, com a parcial e ou total remoção dos horizontes O e ou A e a exposição em superfície dos horizontes B e ou C desses solos. Essa situação ocorre especialmente em topos e ou altas encostas de morrotes e morro. Também, além dos processos erosivos laminares, quando da concentração de fluxos de energia e matéria, sucedem-se processos erosivos lineares, ravinamentos e ou mesmo voçorocamentos, especialmente em médias e baixas encostas de morrotes e ou morro.

Acresce-se ao expressivo gradiente textural entre os horizontes superficiais do solo, no caso dos ARGISSOLOS, a incidência de forte cerosidade no horizonte Bt, característica morfológica que dificulta a mobilidade hídrica.

A Figura 72 ilustra as observações realizadas no parágrafo anterior. Tratam-se de imagens de satélite de vertentes do morrote elúvio-granítico Independência, próximas ao contato, zona de diaclases de intrusão, com o morrote elúvio-granítico Feijó; donde se desenvolvem processos erosivos laminares, em topo e alta encosta, com a remoção do horizontes superficiais do solo e processos erosivos lineares, em média e baixa encosta, com a mobilidade e exposição de horizontes subsuperficiais do solo. Neste caso, a incisão erosiva linear, promovida inicialmente pelo escoamento superficial concentrado, evolui até a formação de voçorocas, pois, de encontro ao escoamento basal. Onde o mesmo aflora, observam-se progressivos/ regressivos solapamentos das paredes de a montante das voçorocas, delineando por meio de rupturas de declive, por vezes superiores a três metros, formas côncavas.

No desenvolvimento dos processos erosivos em evidência na Figura 72, especula-se que condicionantes na evolução dos mesmos, por processos hidrológicos de vertente, além da pluviosidade, às variáveis:

- Usos e coberturas do solo, com a abertura de caminhos, ocorrência de vegetação de gramíneas esparsas e ou solo exposto;
- Morfologia do solo, com destaques aos gradientes texturais abruptos entre os horizontes superficiais e subsuperficiais;
- Declividades da vertente, predominantes entre 10% e 20%;
- Geometrias da vertente, com topo plano amplo favorecendo processos de infiltração, e encosta convexa orientando fluxos subsuperficiais e superficiais, difusos na alta encosta e concentrados na média e baixa encosta;
- Rupturas de declive, derivadas de processos atuais;
- Comprimento de rampa, da ordem de 275 metros;
- Formações superficiais relativamente espessas, solos profundos e eluviões, enquanto fontes sedimentares.

Figura 72. Processos erosivos laminares e lineares em vertentes do morrote elúvio-granítico Independência, próximas ao contato com o morrote elúvio-granítico Feijó.

Fonte: Google Earth (07 de jan. de 2009)

Em relação aos processos erosivos, cabe aqui mencionar os esforços de Trainini; Krebs & Orlandi Filho (1994), os quais mapearam para a bacia do rio Gravataí/ RS unidades de áreas de diferentes graus de suscetibilidade à erosão laminar: Nula; Moderada; Alta e Muito Alta. Estas unidades de áreas e seus respectivos graus de suscetibilidade à erosão laminar resultam da sobreposição espacial de unidades de mapeamentos de solos às declividades da superfície em que estas ocorrem. Neste contexto, são ponderadas as características morfológicas dos solos que, diagnosticadas para cada classe taxonômica das unidades de mapeamento, apresentadas por Jungblut (1994).

Conjuntamente as características texturais dos solos, marcado por expressivo gradiente entre os horizontes do mesmo, há de se destacar também enquanto características indicadoras de maiores suscetibilidades à erosão laminar, ou mesmo linear, características dos solos relativas as suas estruturas e consistências, diagnosticadas na bacia do Feijó, por meio de diferentes fontes, enquanto estruturas fracamente desenvolvidas e enquanto consistências friáveis e ou muito friáveis.

Para área da bacia do Feijó são identificadas e mapeadas unidades de áreas que, segundo os autores mencionados, apresentam graus de suscetibilidade à erosão laminar desde nulas a muito altas.

Os dados apresentados pelos autores, ainda que simplistas, pela carência de correlações outras, podem ser considerados fundamentos básicos nas indicações a cerca das maiores ou menores propensões das vertentes ao desenvolvimento de processos erosivos laminares e, por isso, adaptando-os a realidade pedológica da bacia do Feijó, são apresentados na tabela 46. A Tabela contempla dados relacionais entre as unidades de mapeamentos e taxonômicas de solos, faixas de declividades da superfície e, enquanto resultado da sobreposição dessas informações, possíveis graus de suscetibilidade à erosão laminar nas vertentes da bacia do Feijó.

Tabela 46. Unidades de mapeamentos de solo, faixas de declividades e graus de suscetibilidade a erosão laminar na bacia do Feijó/ RS

Unidades taxonômicas e de mapeamentos de solo	Faixas de declividades (%) / Suscetibilidade à erosão laminar (Nula; Baixa; Moderada; Alta; Muito Alta)			
	> 20%	12 – 20%	6 – 12%	0 – 6%
PL - Associação de PLANOSSOLOS HIDROMÓRFICOS e GLEISSOLOS HÁPLICOS	-	-	-	Nula
PV2 - Grupo indiferenciado de ARGISSOLOS VERMELHOS e	Alta	Moderada	Moderada	Baixa

ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS				
PV1- Associação de ARGISSOLOS VERMELHO ou VERMELHO-AMARELOS com CAMBISSOLOS HÁPLICOS	Muito alta	Alta	Alta	Moderada
R1 - Associação de NEOSSOLOS LITÓLICOS e ou NEOSSOLOS REGOLÍTICOS com CAMBISSOLOS HÁPLICOS	Muito alta	Muito alta	Alta	Alta

Fonte: Adaptado de Trainini; Krebs & Orlandi Filho (1994)

Apesar das unidades taxonômicas de solos da bacia do Feijó, no cômputo geral, apresentarem graus de suscetibilidades à erosão laminar moderados a altos, também possíveis na forma de processos erosivos outros, como os processos erosivos lineares observados em imagens de satélites e a campo; as classes predominantes de drenagens (solos moderadamente a bem drenados) e de profundidades (solos profundos), reunidos na Tabela 47, contrabalançam as perspectivas de uma morfogênese global positiva no relevo da bacia.

Tabela 47. Características relativas à drenagem e à profundidade das unidades taxonômicas de solos da bacia do Feijó/ RS

Unidades taxonômicas de solos	Drenagem* ¹	Profundidade* ²
PLANOSSOLOS HIDROMÓRFICOS	Imperfeitamente a mal drenados	Profundos
GLEISSOLOS HÁPLICOS	Mal drenados a muito mal drenados	Profundos
ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS	Bem drenados	Profundos
ARGISSOLOS VERMELHOS	Bem drenados	Profundos
CAMBISSOLOS HÁPLICOS	Bem drenados a imperfeitamente drenados	Rasos a pouco profundos
NEOSSOLOS REGOLÍTICOS	Bem drenados	Rasos a pouco profundos
NEOSSOLOS LITÓLICOS	Fortemente drenados a bem drenados	Rasos

*¹ Informações detalhadas sobre classes de drenagem são apresentadas na Tabela 45

*² Informações detalhadas sobre classes de profundidades são apresentadas na Tabela 15

Fontes: Adaptado de JUNGBLUT (1994); SCHNEIDER *et. al.* (2008) e de registros de campo.

A incidência expressiva de solos profundos e ou de elúvios nos topos, médias e baixas encostas das colinas, morrotes e ou morro, são fortes indícios de um “balanço morfogenético negativo” (TRICART, 1957) no relevo da bacia do Feijó.

3.3. Mapeamento geomorfológico aplicado na análise de impactos ambientais urbanos: o (re) conhecimento de morfologias, morfocronogêneses e morfodinâmicas do relevo da bacia hidrográfica do arroio Feijó/ RS

3.3.1. Evidências de morfodinâmicas do relevo e de impactos ambientais urbanos nos padrões de formas semelhantes de relevo da bacia do Feijó/ RS

3.3.1.1. Padrões de formas semelhantes em morros, morrotes e colinas

As modificações no relevo da bacia hidrográfica do arroio Feijó a partir de intervenções antrópicas, as quais ocorrem em estágios significativos, promovem criações, induções, intensificações e ou modificações no comportamento dos processos morfogenéticos do relevo, tais impactos são reconhecidos como morfodinâmicas do relevo.

No processo de ocupação urbana da área da bacia, a partir da abertura de loteamentos, registros fotográficos evidenciam procedimentos de eliminação da cobertura vegetal e de revolvimento do solo. Tais procedimentos reduzem a estabilidade dos agregados do solo, expondo-o a ação direta dos agentes climáticos. Sucodem-se, sobre o solo “desnudo”, processos acentuados de salpicamento, selamento e escoamento superficial.

Um estudo sobre salpico de partículas e selamento superficial em solos do RS, realizado por REICHERT & CABEDA (1992), evidenciou que nos solos PODZÓLICOS VERMELHO-AMARELOS distróficos ou ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS distróficos, solos de horizonte superficial franco-arenoso, predominantes no padrão de formas em colinas e morrotes na bacia do Feijó, apresentam-se, quando expostos e submetidos a chuvas simuladas de alta intensidade (84 a 88mm/h), significativas taxas de salpico e um rápido selamento superficial.

Com o selamento superficial dos solos há uma redução significativa dos processos de infiltração d'água pluvial, aumentando, conseqüentemente, o escoamento superficial desta. Conforme GUERRA (1994) isso muda o sistema erosivo de elevada remoção/ baixo transporte, durante o processo de salpicamento, para baixa remoção/ elevado transporte, durante a fase de escoamento superficial, potencializando o desenvolvimento de processos erosivos laminares e ou lineares.

A erosão laminar, em lençol, compreende a mobilização de material superficial pelo escoamento pluvial ainda difuso, mas na forma de lâmina, sobre a superfície do terreno; a erosão linear compreende a remoção de material superficial pelo escoamento pluvial concentrado, formando incisões superficiais, tais como sulcos de erosão e ou ravinas (MELO, *et al.*, 2005).

A Figura 73 (A; B; C; D) evidencia registros fotográficos, aéreos e em terreno, e breves descrições de loteamentos em implantação sobre morrotes da bacia hidrográfica do arroio Feijó. Em todos os registros se observam casos de solo exposto e ou, a partir do mesmo, decorrentes de prováveis selamentos e escoamentos superficiais, desenvolvimentos de formas de processos erosivos laminares e ou lineares.

O escoamento superficial d'água pluvial também é intensificado com a redução da permeabilidade do solo a partir dos usos urbanos sobre o mesmo, tanto pelo asfaltamento e ou compactação da superfície na abertura de caminhos e ou vias públicas, arruamentos, como pelas coberturas das residências, pelos concretamentos e ou compactações dos espaços intra-lotes particulares.

Os arruamentos, mesmo quando acompanhando as curvas de níveis, redirecionam fluxos hídricos e geram padrões de drenagens não existentes até sua instalação. As ruas se transformam em leitos pluviais durante eventos chuvosos, canalizando e direcionando fluxos hídricos para setores de vertentes que outrora possuíam um sistema de drenagem diferente; caso da Figura 74, um registro fotográfico de via pública asfaltada sobre topo plano/ convexo do morrote elúvio-granítico Lomba do Sabão, onde outrora, pressupõe-se pela geometria da vertente e ocorrência nas cercanias de ARGISSOLOS com relativo espesso horizonte E, horizonte lixiviado, sucediam-se significativos processos de infiltração.

Figura 74. Em 1º plano, via pública asfaltada sobre topo plano/ convexo do morrote elúvio-granítico Lomba do Sabão e, em 2º plano, ocupação urbana de vertentes do morro granítico Santana. Coord. (s). UTM: 490.598m E, 6.673.242m N; NO; 26/09/2010.

Autor: Moisés Ortemar Rehbein

(A)	Descrição: Vista aérea dos loteamentos de Aparecida, Stela Maris e Torotama e, no canto superior esquerdo, áreas de solo exposto do loteamento Algarve. Loteamentos estruturados sobre altas e médias vertentes, preponderantemente convexo/ retilíneas, do morrote elúvio-granítico Feijó. Área rururbana de Alvorada inserida na bacia do Feijó. Registro fotográfico do ano de 2000. Fonte: Prefeitura Municipal de Alvorada (2003, p. 40)
(B)	Descrição: No 1º plano, áreas de solo exposto do loteamento Algarve sobre média/ baixas vertentes, convexo/ retilíneas, do morrote elúvio-granítico Saint-Hilaire. No 2º plano, loteamento urbano consolidado sobre a planície e terraço fluvial do arroio Feijó. No 3º plano à esquerda, em destaque na paisagem, morro granítico Santana. Áreas de Alvorada e Porto Alegre inseridas na bacia do Feijó. Registro fotográfico do ano de 2000. Fonte: Prefeitura Municipal de Alvorada (2003, p. 35)
(C)	Descrição: Vista aérea dos loteamentos Santa Bárbara e Algarve, em áreas de Alvorada inseridas na bacia do Feijó. Loteamentos estruturados sobre média/ baixas vertentes, convexo/ retilíneas, do morrote elúvio-granítico Saint-Hilaire. No 1º plano à direita se nota perpendicular a arruamento pavimentado, a partir de solo exposto, formas de processos erosivos lineares. Registro fotográfico do ano de 2000. Fonte: Prefeitura Municipal de Alvorada (2003, p. 35)
(D)	Descrição: superfícies com solo exposto em abertura de loteamento sobre média vertente convexa/ côncava do morrote elúvio-granítico Saint Hilaire, em áreas de Alvorada inseridas na bacia do Feijó; evidenciando erosão acelerada e deposição de sedimentos em via de transporte já pavimentada, resultantes de selamento superficial, redução da infiltração e aumento de escoamento superficial. Registro fotográfico do ano de 2001. Fonte: METROPLAN (2001, p. 74)

Figura 73 (A; B; C; D). Registros fotográficos e breves descrições de loteamentos urbanos em implantação sobre relevo em morrotes da bacia hidrográfica do arroio Feijó/ RS

Considerando-se ainda a Figura 74, em 2º plano, é possível de se observar áreas de ocupação urbana de vertentes do morro granítico Santana. Muitas dessas áreas, de acordo com normas das legislações ambientais vigentes, destacando-se o item fator restritivo a ocupação relativo à declividade da superfície, caracterizam-se como áreas de ocupação irregular. Dada essa situação, tais áreas são desprovidas de benfeitorias infra-estruturais públicas, dentre elas, aquelas que relacionadas à estruturação de vias de acesso e de articulação. Decorrente, observam-se sobre as vertentes do morro granítico Santana a abertura de caminhos, trilhas. Quando esses caminhos são abertos nos sentidos de declives das vertentes se identificam, sobre os mesmos, ravinamentos, potencialmente erosivos, pois desenvolvidos sobre solos rasos, NEOSSOLOS e ou CAMBISSOLOS, de texturas grosseiras, não coesos e de abrupto contato lítico (Figura 75. A; B). “Como ravinamento, entende-se a erosão que se supõe causada simplesmente pela concentração do escoamento superficial, processo este que, no mais das vezes, coroa a degradação do solo iniciada pela erosão laminar” (IPT, 1986 *apud* SALOMÃO, 1994, p. 08).

(A)	Descrição: Ravinamento sobre solos rasos, recorrente abertura de caminho em meio à mata, em média/ alta vertente do morro granítico Santana; observa-se, no interior da ravina, acúmulo d'água no contato lítico. Coord.(s) UTM: 488.004m E; 6.674.326m N; Orientação do campo de visão: NNO; Data de obtenção do registro: 22 de outubro de 2010; Autor: Moisés Ortemar Rehbein.
(B)	Descrição: Ravina sobre solos rasos, recorrente abertura de caminho em meio à mata, em média vertente do morro granítico Santana; Coord.(s) UTM: 488.085m E; 6.673.988m N; Orientação do campo de visão: NNO; Data de obtenção do registro: 22 de outubro de 2010; Autor: Moisés Ortemar Rehbein.

Figura 75 (A; B). Ravinas recorrentes de aberturas de trilhas em vertentes do morro granítico Santana

Também sobre arruamentos públicos, quando estes acompanham os declives das vertentes, dadas precárias condições infra-estruturais de muitos dos mesmos: quando ruas de solo exposto compactado, de “chão batido”, caracterizadas pela ausência de pavimentação, de passeios e de um sistema de captação de drenagem; em geral, observam-se sobre e paralelo aos arruamentos ocorrências de formas de processos erosivos lineares (Figura 77 A; B; C; D.).

Muitas vias públicas, desse modo, intensificam processos denudacionais e agradacionais em vertentes do relevo da bacia do Feijó. No caso das ilustrações da Figura 77, durante os eventos chuvosos, a água encontra nos arruamentos superfícies de baixas permeabilidades, pois solos expostos compactados; a baixa permeabilidade, associada à morfologia das vias, adaptadas as vertentes convexo/retilíneas, de relativas declividades, resulta em um quase imediato escoamento superficial, que logo concentrado, tornando determinadas porções das vias e ou seções laterais as mesmas em leitos pluviais. A velocidade de escoamento superficial concentrado d'água, aumentando ao longo das vertentes, capacita-se na formação de incisões na superfície, de sulcos erosivos, que são aprofundados na recorrência de eventos pluviométricos intensos, enquanto ravinamentos.

O desenvolvimento de formas de processos erosivos lineares, ravinamentos, também é evidência na Figura 76; imagem de satélite de alta resolução espacial e de recobrimento de parte da área da Vila Mário Quintana, de municipalidade Porto Alegre, inserida na bacia do Feijó em baixa vertente convexo/ retilínea do morrote elúvio-coluvionar granítico Santana.

Figura 76. Formas de processos erosivos lineares sobre e paralelos aos arruamentos na Vila Mário Quintana/ Porto Alegre/ bacia do Feijó/ RS;

Fonte: Google Earth; Data da imagem: 07 de jan. de 2009

(A)		Descrição: Arruamento de solo exposto compactado, de “chão batido”, caracterizado pela ausência de pavimentação, de passeios e de um sistema de captação de drenagem, acompanhando declive da vertente; Ravinas sobre e paralelas a Rua Livramento/ Vila Augusta/ Viamão/ RS, em média vertente convexa do morrote elúvio-granítico Lomba do Sabão; Coord.(s) UTM: 492.556m E; 6.674.673m N; Orientação do campo de visão: NE; Data de obtenção do registro: 19 de maio de 2005; Autor: Moisés Ortemar Rehbein.
(B)		Descrição: Arruamento de solo exposto compactado, caracterizado pela ausência de pavimentação, de passeios e de um sistema de captação de drenagem, acompanhando declive da vertente; Ravinamentos sobre e paralelo a Rua Osvaldo Godoy Gomes/ Vila Augusta/ Viamão/ RS, em alta vertente convexa do morrote elúvio-granítico Saint-Hilaire; Coord.(s) UTM: 492.437m E; 6.675.483m N; Orientação do campo de visão: SO; Data de obtenção do registro: 13 de abril de 2005; Autor: Moisés Ortemar Rehbein.
(C)		Descrição: Arruamento de “chão batido”, caracterizado pela ausência de pavimentação, de passeios e de um sistema de captação de drenagem, acompanhando declive da vertente; Ravinas sobre e paralelas a Rua Síría/ Vila Augusta/ Viamão/ RS em média vertente convexa/ retilínea do morrote elúvio-granítico Saint-Hilaire; Coord.(s) UTM: 492.437m E; 6.675.483m N; Orientação do campo de visão: ONO; Data de obtenção do registro: 13 de abril de 2005; Autor: Moisés Ortemar Rehbein.
(D)		Descrição: Arruamento de solo exposto compactado, caracterizado pela ausência de pavimentação, de passeios e de um sistema de captação de drenagem, ao fundo, observa-se a via acompanhando o declive da vertente; Ravinas sobre e paralelas a Rua Nárgica Rodrigues de Castro/ Vila Augusta/ Viamão/ RS em vertente convexa/ retilínea do morrote elúvio-granítico Lomba do Sabão; Coord.(s) UTM: 492.062m E; 6.674.571m N; Orientação do campo de visão: N; Data de obtenção do registro: 19 de maio de 2005; Autor: Moisés Ortemar Rehbein.

Figura 77 (A; B; C; D). Formas de processos erosivos lineares sobre e paralelos a arruamentos

Em alguns casos os ravinamentos evoluem até voçorocas (boçorocas), quando do aprofundamento das feições em sulcos até a interceptação do lençol freático. Nestes casos, observa-se um somatório de processos erosivos, pela ação concomitante das águas superficiais e subsuperficiais.

“Embora, em sentido amplo, possa-se considerar as boçorocas como ravinas, na realidade esses dois termos devem ser diferenciados, pois cada um apresenta as suas características próprias. Apenas no início da formação de uma boçoroca haverá dificuldade para separar essas duas formas de erosão. Enquanto o ravinamento se processa em função apenas da erosão superficial, com a linha de água apresentando grandes declives, canal profundo, estreito e longo, as boçorocas formam-se tanto devido à erosão superficial como à erosão subterrânea, com tendência tanto para alargar-se como para aprofundar-se, até atingir o seu equilíbrio dinâmico” (VIEIRA, 1978 *apud* SALOMÃO, 1994, p. 08).

Observam-se na bacia do Feijó voçorocas de expressivas dimensões em áreas de loteamentos urbanos visivelmente abandonados. Neste contexto, destacam-se áreas do loteamento Algarve, no município de Alvorada. O processo de abertura desse loteamento remonta ao ano de 1980, estruturando-se por 15.000 lotes urbanos numa área de 478,36 ha (PADILHA, 2005). Todavia, em significativa área do mesmo, as atividades de loteamento não foram além da abertura de arruamentos, da delimitação de quadras e da remoção da cobertura vegetal, expondo o solo diretamente aos elementos climáticos e variáveis meteorológicas.

As características ambientais da área, relativas à geologia, pelas formações de espessos elúvios; à geomorfologia, pelas vertentes de geometrias plano-convexas/ retilíneas/ côncavas de significativos comprimentos de rampas, mas marcadas por rupturas de declives no contato transicional das formas de vertentes e ou de relevo; à pedologia, pelos solos profundos, de horizontes friáveis e de notórios gradientes texturais de profundidade; à meteorologia, pela recorrência anual de índices pluviométricos de médias e altas intensidades; e à forma de ocupação da área, pela exposição do solo, “desnudamento” do mesmo; favorecem, localmente, o desenvolvimento de processos erosivos laminares e lineares.

Algumas dessas formas de processos erosivos lineares que se sucedem sobre áreas do loteamento Algarve, inseridas na bacia do Feijó, são ilustradas nas Figuras 78. e 79., as quais, respectivamente, imagens de satélites de alta resolução espacial de anos recentes e registros fotográficos da década de 1990 e recentes. De acordo com Guerra (2006), tratar-se-iam essas áreas do loteamento Algarve enquanto *bad-lands*, áreas voçorocadas, que concentram processos erosivos lineares avançados, relativamente paralelos uns aos outros.

(A)	Descrição: Formas de processos erosivos lineares avançados em áreas do loteamento Algarve/ Alvorada/ RS; as formas ocorrem sobre médias vertentes, convexo-retilíneas, de significativos comprimentos de rampa, do morrote elúvio-granítico Feijó, próximas ao contato com vertentes do morrote elúvio-granítico Independência; Data da imagem: 01/06/2009; Fonte: Google Earth (2010)
(B)	Descrição: Formas de processos erosivos lineares avançados em áreas do loteamento Algarve/ Alvorada/ RS; as formas ocorrem da alta a baixa vertente, convexo-retilínea, de significativos comprimentos de rampa, do morrote elúvio-granítico Feijó. No canto inferior direito, arroio Stella Maris. Data da imagem: 24/02/2010; Fonte: Google Earth (2011)
(C)	Descrição: Formas de processos erosivos lineares avançados em áreas do loteamento Algarve/ Alvorada/ RS; as formas ocorrem da média a baixa vertente, convexo-retilínea, de significativo comprimento de rampa, do morrote elúvio-granítico Saint-Hilaire, interdigitando-se à planície do arroio Stella Maris. Data da imagem: 05/09/2009; Fonte: Google Earth (2011)

Figura 78 (A; B; C). Imagens de satélite de alta resolução espacial, evidenciando formas de processos erosivos lineares avançados em áreas do loteamento Algarve/ Alvorada/ bacia do Feijó/ RS

	Descrição: Voçoroca em estágio avançado de desenvolvimento em área do loteamento Algarve/ Alvorada/ RS; a mobilização de sedimentos revela um espesso pacote eluvionar, resultante de meteorização granítica; muito provável se tratar de segmentos da alta/ média vertente do morrote elúvio-granítico Feijó; a evolução do processo erosivo se dá em sentido à torre de transmissão de energia elétrica de alta tensão. Fonte: Orlandi Filho & Giugno (1994, p. 33)
	Descrição: Voçoroca em estágio avançado de desenvolvimento a partir de ARGISSOLOS, recorrente ao “desnudamento” do solo na abertura do loteamento Algarve/ Alvorada/ RS; a mobilização de sedimentos revela um espesso pacote eluvionar, resultante de meteorização granítica; Fonte: Orlandi Filho & Giugno (1994, p. 34)
	Descrição: Ravinas e voçorocas em estágios avançados de desenvolvimento em áreas do loteamento Algarve/ Alvorada/ RS; a mobilização de sedimentos revela um espesso pacote eluvionar, resultante de meteorização granítica; a evolução dos processos erosivos ocorre na média vertente convexa/ retilínea, de expressivo comprimento de rampa, do morrote elúvio-granítico Feijó; ao fundo, reservatório de abastecimento d'água. Coord.(s) UTM: 493.117m E; 6.676.670m N; Orientação do campo de visão: NNE; Data de obtenção do registro: 26/09/2010; Autor: Moisés Ortemar Rehbein.
	Descrição: Interior de voçoroca em estágio avançado de desenvolvimento, a partir de CAMBISSOLOS e ARGISSOLOS, em áreas do loteamento Algarve/ Alvorada/ RS; a mobilização de sedimentos revela um espesso pacote eluvionar, resultante de meteorização granítica diferencial; a evolução dos processos erosivos ocorre na média vertente convexo/ retilínea, de expressivo comprimento de rampa, do morrote elúvio-granítico Feijó; Data de obtenção do registro: 02/10/2010; Autor: Caio Matheus
	Descrição: No canto superior direito, ravinas e voçorocas em estágios avançados de desenvolvimento, em meio à área do loteamento Algarve/ Alvorada/ RS; a evolução dos processos erosivos ocorre na média vertente convexo/ retilínea, de expressivo comprimento de rampa, do morrote elúvio-granítico Independência, próximo ao contato com o granito Feijó. Coord.(s) UTM: 492.716m E; 6.676.57 m N; Orientação do campo de visão: NNE; Data de obtenção do registro: 26/09/2010; Autor: Moisés Ortemar Rehbein.

Figura 79 (A; B; C; D; E). Formas e descrições a cerca de processos erosivos lineares em áreas do loteamento Algarve/ Alvorada, inseridas na bacia do Feijó/RS

Muitas das atuais voçorocas em áreas do loteamento Algarve, pela orientação das feições erosivas, parecem ter se desenvolvido a partir da evolução de ravinas sobre e paralelas arruamentos, abertos nos sentidos das maiores declividades das vertentes do relevo. Voçorocas, de iguais gêneses ao do loteamento Algarve, em áreas da bacia do Feijó, são também observadas em loteamento em implantação no bairro Viamópolis, no município de Viamão. A Figura 81 compreende registros fotográficos e descrições de formas de processos erosivos lineares avançados, sobre e paralelo à via, em loteamento por último mencionado.

No interior de algumas voçorocas ocorrem dutos (*pipes*) ou túneis, alguns atingindo canais de significativas dimensões, abertos em subsuperfície. Inclusive, tais voçorocas, evoluem também a partir dos mesmos: os dutos mobilizam significativa quantidade de material sedimentar de subsuperfície e, concomitante a remoção desse material, ampliam-se as dimensões desses próprios dutos, a partir da subsidência da superfície. Os dutos de maiores dimensões são identificados nas cabeceiras das voçorocas (Figura 80), mas também ocorrem, em menores dimensões, nas paredes laterais das mesmas.

Figura 80. Dutos (*pipes*) em cabeceira de voçoroca.
Coord. UTM: 492.424m E; 6.672.545m N; NE; 23/09/2010.
Autor: Moisés Ortemar Rehbein

De acordo com GUERRA (1994, p. 172-74):

“(...) o processo de formação de dutos está relacionado ao próprio intemperismo, sob condições especiais geoquímicas e hidráulicas, havendo a dissolução e carreamento de minerais, em subsuperfície (...) é preciso haver forte gradiente hidráulico (...) que proporcione o escoamento em subsuperfície e o transporte de material dissolvido (...) Os elevados índices de umidade em subsuperfície, necessários para a formação dos dutos, são resultantes da prolongada infiltração de água nos solos.”

(A)	Descrição: Ravinamentos sobre via pública aberta em loteamento no bairro Viamópolis/ Viamão/ RS. As formas de processos erosivos lineares ocorrem da alta a baixa vertente, convexo/ retilínea, do morrote elúvio-granítico Saint-Hilaire; Orientação do campo de visão: NE; Coord.(s) UTM: 492.343m E; 6.672.514m N; Data de obtenção do registro: 23/09/2010; Autor: Moisés Ortemar Rehbein.
(B)	Descrição: Ravinamentos sobre via pública e voçorocamento paralelo a via, aberta em loteamento no bairro Viamópolis/ Viamão/ RS. As formas de processos erosivos lineares ocorrem da alta a baixa vertente, convexo/ retilínea, do morrote elúvio-granítico Saint-Hilaire; Orientação do campo de visão: NE; Coord.(s) UTM: 492.343m E; 6.672.514m N; Data de obtenção do registro: 23/09/2010; Autor: Moisés Ortemar Rehbein.
(C)	Descrição: Interior de voçoroca, paralela a arruamento precariamente estruturado; A voçoroca ocorre da alta a baixa vertente, convexo/ retilínea, do morrote elúvio-granítico Saint-Hilaire; A voçoroca se desenvolve pelo entalhamento de ARGISSOLOS, mobilizando para jusante sedimentos areno-argilosos dos horizontes Bt e, especialmente, C. Orientação do campo de visão: NE; Coord.(s) UTM: 492.397m E; 6.672.545m N; Data de obtenção do registro: 23/09/2010; Autor: Moisés Ortemar Rehbein.
(D)	Descrição: Cabeceira de voçoroca, paralela a arruamento precariamente estruturado; Observa-se no interior da voçoroca depósitos de lixo domiciliar; A voçoroca ocorre da alta a baixa vertente, convexo/ retilínea, do morrote elúvio-granítico Saint-Hilaire; Ao fundo, alvéolo e alto curso do arroio Feijó. Orientação do campo de visão: SO; Coord.(s) UTM: 492.424m E; 6.672.545m N; Data de obtenção do registro: 23/09/2010; Autor: Moisés Ortemar Rehbein.

Figura 81 (A; B; C; D). Formas de processos erosivos lineares avançados sobre e paralelo arruamento em loteamento aberto no bairro Viamópolis/ Viamão/ bacia do Feijó/ RS

O desenvolvimento dos dutos esta, em parte, considerando-se as características morfológicas dos ARGISSOLOS da área, associado ao decréscimo da permeabilidade em profundidade no *solum*. No interior dos dutos, além de mosqueados vermelho-amarelos, observam-se mosqueados de cores acinzentadas, que indicativas de redução e segregação de Fe por saturação hídrica, muito provável, em função de uma camada de permeabilidade lenta no *solum*, evidenciando translocação lateral interna hídrica.

Também feições erosivas lineares, na forma de sulcos, indicam conexões dos dutos aos escoamentos superficiais concentrados. É possível afirmar que, nesses casos, na evolução dos dutos, há significativas contribuições dos escoamentos superficiais concentrados, os quais, nitidamente orientados por cortes adjacentes e solos expostos compactados, resultantes da abertura de arruamentos. As rupturas de declive nas cabeceiras das voçorocas, associadas aos escoamentos superficiais concentrados, resultam na formação de mini-cascatas durante eventos pluviométricos de média e alta intensidade, cujo impacto hidráulico da queda livre desagrega o solo, potencializando seu carreamento para jusante e, desse modo, ampliando as feições dos dutos, as que mais externas.

Dutos, das mais variadas dimensões, são também observados em superfícies de corte. O processo de desenvolvimento dos mesmos se especula similar ao que ocorre no interior das voçorocas. Características morfológicas dos solos, relativas às alternâncias de cor e textura em profundidades e características erosivas e deposicionais, relativas às orientações das formas, permitem especulações de que os dutos evoluem condicionados por translocações laterais internas hídricas e por escoamentos superficiais concentrados e intermitentes, decorrentes de eventos pluviométricos de média e alta intensidade. Quando da concomitância dessas condições, translocações laterais internas hídricas e escoamentos superficiais concentrados, intensificam-se progressões em dutos. A Figura 82. ilustra e descreve dutos em evidência por superfícies de cortes na implantação de arruamentos.

(A)	Descrição: Sulcos erosivos e dutos em evidência por superfície de corte para implantação de arruamento, em loteamento no bairro Viamópolis/ Viamão, bacia do Feijó/ RS; os processos erosivos se desenvolvem a partir de ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS em média vertente do granito Saint Hilaire; observações de campo, focadas na orientação das formas erosivas, nas colorações do material “<i>in situ</i>” e na textura do mesmo, possibilitam especulações de que a progressão dos dutos ocorre por translocações laterais internas hídricas em zona de transição entre os horizontes B e C do solo e, mais externamente, por escoamentos superficiais concentrados e intermitentes; Orientação do campo de visão: NNE; Coord.(s) UTM: 492.343m E; 6.672.545m N; Data de obtenção do registro: 23/09/2010; Autor: Moisés Ortemar Rehbein.
(B)	Descrição: Dutos em evidência por superfície de corte para implantação de arruamento em loteamento no bairro Viamópolis/ Viamão/ bacia do Feijó/ RS; análises de campo possibilitam especulações de que a progressão dos dutos ocorre por translocações laterais internas hídricas e por escoamentos superficiais concentrados e intermitentes; Orientação do campo de visão: O; Coord.(s) UTM: 492.477m E; 6.672.484m N; Data de obtenção do registro: 23/09/2010; Autor: Moisés Ortemar Rehbein.
(C)	Descrição: Vista interna de duto; observa-se na fotografia às alternâncias de texturas e de cores em profundidades de horizonte Bt de ARGISSOLO; do topo à base do perfil há uma nítida e acentuada gradiente textural, areno-argilosa; as cores acinzentadas, na base do perfil, são indicativas de redução e segregação de Fe por saturação hídrica, em função de uma camada de permeabilidade lenta no <i>solum</i>, evidenciando translocação lateral interna hídrica. Orientação do campo de visão: O; Coord.(s) UTM: 492.477m E; 6.672.484m N; Data de obtenção do registro: 23/09/2010; Autor: Moisés Ortemar Rehbein.

Figura 82 (A; B; C). Dutos em evidência em superfícies de cortes na implantação de arruamentos em loteamento no bairro Viamópolis/ Viamão/ bacia do Feijó/ RS

Os processos erosivos mobilizam significativa quantidade de material sedimentar das vertentes das colinas, morrotes e morro. A Figura 83 se estrutura por registros fotográficos e por descrições dos mesmos, os quais enfocam a carga sedimentar carregada no interior dessas formas de processos erosivos lineares avançados. Há de se considerar que em alguns casos, como nos das voçorocas em áreas de loteamento no bairro Algarve/ Alvorada, conforme registros fotográficos datados, o transporte sedimentar opera desde a década de 1990.

(A)		Descrição: Interior de voçoroca em loteamento no bairro Algarve/ Alvorada/ bacia do Feijó/ RS; Observam-se, pelo registro fotográfico, depósitos de sedimentos que mobilizados de a montante e ou das paredes laterais da voçoroca. Fonte: METROPLAN (2001, p. 76)
(B)		Descrição: Interior de voçoroca em loteamento no bairro Algarve/ Alvorada/ bacia do Feijó/ RS; Observa-se, pelo registro fotográfico, carga de sedimentos que mobilizados de a montante e ou das paredes laterais da voçoroca; Obtenção do registro: setembro de 2007 Fonte: COMDEC/ Alvorada/ RS (2009)
(C)		Descrição: Interior de voçoroca em loteamento no bairro Viamópolis/ Viamão/ bacia do Feijó/ RS; Observa-se, pelo registro fotográfico, carga de sedimentos que mobilizados de a montante e ou das paredes laterais da voçoroca, que incluem corte de terreno na abertura de arruamento; Orientação do campo de visão: NE; Coord.(s) UTM aprox.(s): 492.391mE; 6.672.594mN; Data de obtenção do registro: 23/09/2010; Autor: Moisés Ortemar Rehbein.

Figura 83 (A; B; C). Carga de sedimentos mobilizados no interior de voçorocas

A jusante dos processos erosivos lineares se observa depósitos sedimentares, detritos carreados das vertentes, assentados sobre superfícies mais planas e retrabalhados a cada evento pluviométrico de expressivo índice. A Figura 84 ilustra um desses depósitos sedimentares, a jusante ravinamentos e voçorocamentos, assentado sobre alvéolo flúvio-eluvionar e retrabalhado após evento pluviométrico, em sentido ao arroio Stella Maris.

Figura 84. Depósito sedimentar retrabalhado sobre alvéolo flúvio-eluvionar do arroio Stella Maris; Setembro de 2007. Fonte: COMDEC/ Alvorada/ RS (2009)

Alguns ravinamentos e ou voçorocamentos na bacia do Feijó, resultantes da abertura de vias em precárias condições infra-estruturais, revelam seu potencial erosivo mediante a formação de nítidos cones de dejecção ou leques pluviais. Esses depósitos sedimentares se formam a jusante das feições erosivas lineares mencionadas, comumente na baixa vertente de colinas, morrotes e ou morro e ou na transição com planícies. A Figura 85 (A; B; C; D) ilustra e descreve essa situação.

(A)	Descrição: No 1º plano, ravinamento sobre via; no 2º plano, cone de dejeção; no 3º plano, mata ciliar do alto curso do arroio Feijó. Ocorrência de processos erosivos e deposicionais entre a baixa vertente do morrote elúvio-granítico Saint-Hilaire e o alvéolo flúvio-eluvionar Feijó; Coord.(s) UTM: 492.317m E; 6.672.514m N; Orientação do campo de visão: OSO; Data de obtenção do registro: 26/09/2010; Autor: Moisés Ortemar Rehbein.
(B)	Descrição: No 1º plano, cone de dejeção, constituído fundamentalmente de material areno-argiloso; no 2º plano, ravinamento; no 3º plano, interflúvio do morrote elúvio-granítico Saint-Hilaire, reorientado por cortes na abertura de arruamento. Coord.(s) UTM: 492.317m E; 6.672.514m N; Orientação do campo de visão: ENE; Data de obtenção do registro: 26/09/2010; Autor: Moisés Ortemar Rehbein.
(C)	Descrição: No 1º plano, cone de dejeção, constituído fundamentalmente de material areno-argiloso, resultante de ravinamento/ voçorocamento sobre via de loteamento em implantação; no 3º plano, interflúvio do morrote elúvio-granítico Saint-Hilaire, reorientado por cortes na abertura de arruamento. Coord.(s) UTM: 492.290m E; 6.672.514m N; Orientação do campo de visão: SE; Data de obtenção do registro: 26/09/2010 Autor: Moisés Ortemar Rehbein.
(D)	Descrição: Cone de dejeção, constituído fundamentalmente de material areno-argiloso, resultante de ravinamento/ voçorocamento sobre via de loteamento em implantação. Ocorrência de depósito sedimentar entre a baixa vertente do morrote elúvio-granítico Saint-Hilaire e o alvéolo flúvio-eluvionar Feijó; Coord. UTM aprox.: 492.290m E; 6.672.514m N; Orientação do campo de visão: SE; Data de obtenção do registro: 26/09/2010 Autor: Moisés Ortemar Rehbein.

Figura 85 (A; B; C; D). Cones de dejeção a partir de ravinamentos e ou voçorocamentos, resultantes de vias precariamente estruturadas

Sobre as vertentes do relevo da bacia do Feijó também estão documentadas queimadas (Figura 86), dentre outras possibilidades, resultantes de práticas inadequadas de eliminação de lixo domiciliares (IBGE, 1991; METROPLAN, 2001; REHBEIN, 2005; COMDEC, 2009). De acordo com SETZER (1949) *apud* SALOMÃO (1994, p. 14) as queimadas também corroboram ao desenvolvimento de processos erosivos, pois: “(...) as queimadas reduzem a taxa de humo do solo e coagulam seus colóides, implicando aumento do seu grau de permeabilidade, o que, evidentemente, proporciona rápida infiltração das águas pluviais, que se concentram no nível subjacente impermeável.” Refere-se SETZER (1949) *apud* SALOMÃO (1994) aos solos de horizontes de abruptos contatos texturais, típicos em vertentes do relevo da bacia do Feijó.

Figura 86. Registro da atuação do Corpo de Bombeiros de Alvorada/RS no controle de queimadas de vegetação arbustiva sobre vertentes do relevo da bacia do Feijó/ RS.

Fonte: COMDEC/ Alvorada/ RS, 2009

As vertentes das colinas, morrotes e morro do relevo da bacia do Feijó quando em usos urbanos estão, especialmente, parceladas em pequenos lotes. Os espaços intra-lotes, em geral, visivelmente apresentam elevada área de edificação. Em significativo número de lotes não se observam áreas verdes e ou pátios expressivos; observam-se sim, comumente, copas arbóreas de médio e de grande porte. Quando existem espaços intra-lotes além das edificações, muitos estão concretados e impermeabilizados. Desse modo, os lotes quando observados conjuntamente, estruturam loteamentos de expressiva densidade de coberturas edificadas (Figura 87. A.; B; C).

(A)	Descrição: Recorte de imagem de satélite de alta resolução espacial, evidenciando áreas da Vila Santa Izabel/ Viamão/ bacia do Feijó/ RS. Ocupação urbana sobre vertentes do morrote elúvio-granítico Lomba do Sabão de significativa densidade de coberturas edificadas. Data da imagem: 24/02/2010 Fonte: Google Earth (2011)
(B)	Descrição: Recorte de imagem de satélite de alta resolução espacial, evidenciando áreas da Vila Augusta Meneguini/ Viamão/ bacia do Feijó/ RS. Ocupação urbana sobre vertentes do morrote elúvio-granítico Lomba do Sabão, de significativa densidade de coberturas edificadas. Data da imagem: 24/02/2010 Fonte: Google Earth (2011)
(C)	Descrição: Fotografia aérea oblíqua de núcleos urbanos de Alvorada/ bacia do Feijó/ RS. No 1º plano, à direita, baixa vertente do morrote elúvio-granítico Saint-Hilaire, donde se observam quarteirões do loteamento Algarve, de altas densidades de coberturas edificadas. Obtenção do registro: março de 1999 Fonte: Prefeitura Municipal de Alvorada (2003, p. 18)

Figura 87 (A; B; C). Loteamentos de expressiva densidade de coberturas edificadas/ vertentes do relevo da bacia do Feijó/ RS

Assim como nas imagens anteriores, a Figura 88, um registro fotográfico de núcleo urbano, evidencia segmentos de vertentes do morrote elúvio-granítico Saint Hilaire, próximos a divisores d'água da bacia do Feijó, sobre os quais, a despeito das ocorrências de copas arbóreas, observa-se significativa densidade de coberturas edificadas.

Figura 88. Núcleo urbano de expressiva densidade de coberturas edificadas/ Viamópolis/ Viamão/ bacia do Feijó/ RS. Coord.(s). Utm: 492.015m E; 6.671.016m N; NE; 26/09/2010.
Autor: Moisés Ortemar Rehbein

O uso urbano do solo, de alta densidade de coberturas edificadas, reduz drasticamente o processo de infiltração d'água pluvial nos solos. Constituem-se essas coberturas de materiais de baixa e ou nula permeabilidade d'água, intensificando, também de modo drástico, o escoamento superficial das águas pluviais. Esse escoamento é reorientado por uma rede pluvial, que, na maioria dos casos, interligada a rede de esgotos, em sentido aos canais fluviais adjacentes. Todavia, nem todas as áreas urbanas na bacia do Feijó dispõem dessa infra-estrutura e o escoamento cloacal também ocorre a “céu-aberto”.

Em praticamente todos os padrões de relevo, em colinas, morrotes e morro, identificam-se superfícies planas criadas pela ocupação urbana, a partir das instalações de moradias e ou de vias de acessos. Muitas dessas superfícies planas se estruturam pela remoção da vegetação original, pela realização de cortes no terreno e pelo desenvolvimento de rampas de aterro, utilizando-se de base o material retirado no corte; criando-se segmentos de vertentes altimetricamente modificadas e de coberturas superficiais de discontinuidades estruturais e texturais.

Os cortes no terreno instituem rupturas de declive nas vertentes, mediante taludes das mais diferentes dimensões; alguns taludes de cortes, pela exposição do material de cobertura superficial, amplitude incisiva e inclinação, favorecem o desenvolvimento de processos

erosivos (Figura 89 A); outros taludes de cortes, também por suas amplitudes incisivas e inclinações, desamparados de infra-estruturas de apoio/ sustentação, colocam em teste a estabilidade gravitacional do material da vertente (Figura 89 B) e, pela proximidade de ocupações, a montante e ou a jusante a eles, geram situações de iminente risco. O risco decorre da então possível desestabilização gravitacional da encosta (Figura 90 A; B).

Para além dos taludes de corte, sobre as vertentes das colinas, morrotes e morro, também se observam taludes de aterros. Muitos dos aterros se utilizam de base do material provido na realização dos cortes. Apesar de possuírem relativa boa coesão quando “*in situ*”, os ARGISSOLOS, solos predominantes nas vertentes do relevo da bacia, de acordo com Oliveira, Consolichanan, Faertes, (1998), perdem suas características de resistência quando mobilizados na abertura de cortes e reacomodados na forma de aterros, apresentando-se, desse modo, enquanto materiais significativamente mais suscetíveis ao desenvolvimento de processos erosivos e ou de movimentos de massa (Figura 90 C).

(A)	Descrição: Talude de corte resultante da abertura de arruamento sobre média/ baixa vertente, convexo/ retilínea, do morrote elúvio-granítico Santana. Sobre a superfície de talude, pela exposição do material de cobertura superficial, amplitude incisiva e inclinação do corte, observam-se formas de processos erosivos de gêneses pluviais; o rastreamento do material erodido, enquanto depósitos de sedimentos, faz-se possível até as “bocas de lobo” da rede pluvial, que acompanham o arruamento asfaltado adjacente. Coord.(s) UTM: 491.028m E; 6.676.699m N; Orientação do campo de visão: OSO; Data de obtenção do registro: 23/09/2010 Autor: Moisés Ortemar Rehbein.
(B)	Descrição: Feições indicadoras de movimentação lateral do terreno, resultantes da reacomodação de material de aterro. As feições são observadas em arruamento, estruturado por corte e aterro de segmentos da baixa vertente do morrote elúvio-granítico Saint-Hilaire, em loteamento em implantação no bairro de Viamópolis/ Viamão/ bacia do Feijó/ RS. Coord.(s) UTM: 492.317m E; 6.672.576m N; Orientação do campo de visão: S; Data de obtenção do registro: 23/09/2010; Autor: Moisés Ortemar Rehbein.

Figura 89 (A; B). Formas de processos erosivos e resultantes de reacomodação de materiais expostos em superfícies de corte e de aterro.

(A)	Descrição: Cortes em média vertente do morrote elúvio-granítico Saint-Hilaire; criações de taludes de significativas amplitudes e inclinações; gerações de superfícies planas para instalações de moradias. A significativa amplitude e inclinação dos taludes de cortes, sem infra-estruturas de apoio, com ocupações próximas adjacentes (a montante e a jusante), geram situações de risco. Coord.(s) UTM: 492.475m E; 6.675.592m N; Orientação do campo de visão: NNO; Data de obtenção do registro: 13/04/2005; Autor: Moisés Ortemar Rehbein.
(B)	Descrição: Corte em baixa vertente do morrote elúvio-granítico Lomba do Sabão; criação de talude de significativa amplitude e inclinação; geração de superfície plana para instalação de moradia. A significativa amplitude e inclinação do talude de corte, sem infra-estrutura de apoio, com ocupação próxima adjacente (a montante do talude de corte), promovem situação de risco. Coord.(s) UTM: 491.993m E; 6.675.595m N; Orientação do campo de visão: OSO; Data de obtenção do registro: 13/04/2005; Autor: Moisés Ortemar Rehbein.
(C)	Descrição: Infra-estrutura habitacional afetada por trincas de desnivelamento do terreno, decorrentes de ruptura de talude de aterro. Localização: Vila Santa Isabel/ Viamão; Vertentes do morro granítico Santana/ bacia do Feijó/ RS. Fonte: PROFIL; METROPLAN (1999, p. 21)

Figura 90 (A; B; C). Cortes, aterros e situações de risco sobre vertentes do relevo da bacia do Feijó/ RS

Também se observam, comumente, ocupação urbana das vertentes adjacentes aos *hollows*. Muitas das quais visivelmente APPs, pois, vertentes de acentuadas declividades e ou próximas às nascentes, “olhos d’água”, de cursos fluviais. Essas vertentes se caracterizam por geometrias convexo-côncavas; desse modo, para instalações das edificações, além de superfícies de cortes, geram-se superfícies planas através de aterros (Figura 91 A; B; C; D).

(A)	Descrição: Edificações sobre vertentes convexo-côncavas do morrote elúvio-granítico Saint-Hilaire, instaladas a partir de cortes e aterros, adjacentes <i>hollow</i> côncavo articulado; Visivelmente APPs, pois áreas muito próximas de nascente de curso fluvial. Coord.(s) UTM: 490.975mE; 6.671.896mN; Orientação do campo de visão: NE; Data do registro: 24/09/2010; Autor: Moisés Ortemar Rehbein
(B)	Descrição: Edificações sobre vertentes convexo-côncavas do morrote elúvio-granítico Saint-Hilaire, instaladas a partir de cortes e aterros, adjacentes <i>hollow</i> côncavo articulado; Visivelmente APPs, pois áreas de declividades acentuadas e muito próximas de nascente de curso fluvial. Coord.(s) UTM: 490.744 m E; 6.672.060 m N; Orientação do campo de visão: N Data do registro: 24/09/2010 Autor: Moisés Ortemar Rehbein
(C)	Descrição: Edificações sobre vertentes convexo-côncavas do morrote elúvio-granítico Saint-Hilaire, instaladas a partir de cortes e aterros, adjacentes <i>hollow</i> côncavo articulado; Visivelmente APPs, pois áreas de declividades acentuadas e muito próximas de nascente de curso fluvial. Coord.(s) UTM: 492.015 m E; 6.671.016 m N; Orientação do campo de visão: N Data do registro: 24/09/2010 Autor: Moisés Ortemar Rehbein
(D)	Descrição: Edificações sobre vertentes convexo-côncavas do morrote elúvio-granítico Saint-Hilaire, instaladas a partir de cortes e aterros, adjacentes <i>hollow</i> côncavo articulado; Visivelmente APPs, pois áreas de declividades acentuadas e muito próximas de nascente de curso fluvial. Coord.(s) UTM: 492.475m E; 6.675.592m N; Orientação do campo de visão: NNO; Data de obtenção do registro: 13/04/2005; Autor: Moisés Ortemar Rehbein.

Figura 91 (A; B; C; D). Edificações sobre vertentes convexo-côncavas de morrotes, adjacentes *hollows* côncavos articulados

Pode-se argüir que as mudanças promovidas pelas atividades antrópicas sobre as vertentes das colinas, morrotes e ou morro da bacia do Feijó alteram significativamente processos hidro-geomorfológicos. Retomam-se, sumariamente, algumas dessas atividades e alterações de processos que evidenciados neste item de abordagem:

- Durante as atividades de loteamento, pela eliminação da cobertura vegetal e pelo revolvimento do solo, acentuam-se processos de salpicamento e de selamento superficial do mesmo;
- Há redução da permeabilidade do solo a partir dos usos urbanos que sobre ele se instituem, tanto pelo asfaltamento e ou compactação da superfície na abertura de arruamentos, como pelas coberturas das residências, pelos concretamentos e ou compactações dos espaços intra-lotes particulares;
- As formas suaves convexas e planas de topos de morrotes, do relevo da bacia do Feijó, favorecem a ocupação urbana dos mesmos. As transformações nos usos e coberturas do solo reorientam a circulação hídrica pluvial nesses segmentos de vertentes e, por conseguinte, nos adjacentes;
- Os lotes, em geral, apresentam pequenas dimensões, estruturando-se conjuntamente enquanto loteamentos de expressiva densidade de coberturas edificadas. O uso urbano do solo de alta densidade de coberturas edificadas reduz drasticamente o processo de infiltração d'água pluvial nos solos, intensificando, também de modo drástico, o escoamento superficial das águas pluviais;
- O escoamento superficial nas vertentes urbanizadas é reorientado por uma rede pluvial que, na maioria dos casos, interligada a rede de esgotos, em sentido aos canais fluviais adjacentes. Todavia, nem todas as áreas urbanas na bacia do Feijó dispõem dessa infra-estrutura e os escoamentos pluviais e cloacais também ocorrem a “céu aberto”;
- Em praticamente todos os padrões de relevo, em colinas, morrotes e morro, identificam-se superfícies planas criadas pela ocupação urbana. Muitas dessas superfícies planas se estruturam pela remoção da vegetação original, pela realização de cortes no terreno e pelo desenvolvimento de rampas de aterro. Os cortes no terreno instituem taludes das mais diferentes dimensões; alguns taludes de cortes favorecem o desenvolvimento de processos erosivos, outros, por sua vez, desamparados de infra-estruturas de apoio/ sustentação, colocam em teste a estabilidade gravitacional do material da encosta e, quando da

proximidade de ocupações, geram situações de risco;

- Identificam-se áreas de loteamentos abandonados sobre vertentes do relevo da bacia. Nesses casos, as atividades de loteamento não foram além da abertura de arruamentos, da delimitação de quadras e da remoção da cobertura vegetal, expondo o solo diretamente aos elementos climáticos e variáveis meteorológicas; acentuam-se, nesses segmentos de vertentes, processos de salpicamento e de selamento superficial do solo;
- Sobre as vertentes do relevo da bacia do Feijó também estão documentadas queimadas, as quais, por seus resultados, também corroboram ao desenvolvimento de processos erosivos;
- Sobre arruamentos de precárias condições infra-estruturais, quando estes acompanham os declives das vertentes, observam-se formas expressivas de processos erosivos lineares, sulcos, ravinas e ou voçorocas;
- No interior de algumas voçorocas ocorrem dutos; feições erosivas lineares indicam conexões dos dutos, além dos escoamentos subsuperficiais, também aos escoamentos superficiais concentrados, os quais nitidamente orientados por cortes adjacentes e solos expostos compactados, resultantes da abertura de arruamentos;
- Também se observam, comumente, ocupação urbana das vertentes adjacentes aos *hollows*. Muitas das quais visivelmente APPs, pois, vertentes de acentuadas declividades e ou próximas às nascentes, “olhos d’água”, de cursos fluviais;
- Os processos erosivos que se desenvolvem a partir da ocupação antrópica, mobilizam significativa quantidade de material sedimentar das vertentes de colinas, morrotes e morro; A jusante dos processos erosivos lineares se observa depósitos sedimentares que carregados das vertentes adjacentes; assentados sobre superfícies mais planas, esses depósitos são retrabalhados a cada evento pluviométrico de expressivo índice em sentido aos leitos de cursos fluviais adjacentes.

3.3.1.2. Padrões de formas semelhantes em planícies: Evidências de morfodinâmicas do relevo e de impactos ambientais urbanos

Os compartimentos de relevo do padrão de formas semelhantes em planícies, constituídos essencialmente de sedimentos provenientes das vertentes das colinas, morrote e ou morro, resultam de movimentos gravitacionais, de enxurradas e dos entalhamentos fluviais de elúvios/ colúvios de granitóides da bacia hidrográfica do arroio Feijó e da bacia do rio Gravataí (terraços do rio Gravataí).

As características geológicas, geomorfológicas e pedológicas, atreladas à distribuição da rede de drenagem da bacia hidrográfica do Feijó e outros fenômenos, que garantem a variabilidade das vazões fluviais dos arroios, como eventos pluviométricos torrenciais, condicionam hidrológicamente à ocupação sazonal do leito maior dos canais fluviais pelas águas de escoamento, em determinadas seções transversais fluviais em áreas da bacia.

No trabalho de Rehbein (2005), uma análise ambiental numa determinada unidade político-administrativa municipal, a Vila Augusta em Viamão, inserida na bacia do Feijó; constam relatos de que antigas moradias, com mais de quatro décadas de existência, anteriores ao surto da ocupação urbana na bacia hidrográfica, quando construídas próximas às confluências dos arroios que drenam a Vila, eram construídas sobre fundações elevadas, tendo em vista a ocorrência de periódicos transbordamentos d'águas fluviais (Figura 92).

Figura 92. Moradias construídas sobre palafitas nas proximidades de confluências fluviais; Vila Augusta/ Viamão/ bacia do Feijó/ RS; 49.2.415 m E, 6.675.305 m N; 12/04/2005;
Autor: Moisés Ortemar Rehbein

Considerando-se as dinâmicas hidrológicas, sobre o padrão de relevo em planícies, fotografias aéreas da década de 1970 e relatos de moradores da Vila Augusta, na bacia do Feijó, apresentados em Rehbein (2005), revelam áreas que permanentemente alagadas, reconhecidas como áreas úmidas, banhados.

Os banhados funcionam como áreas reguladoras do escoamento hídrico, sub-superficial e superficial. Através do chamado “efeito esponja” os banhados, em épocas de maior pluviometria, aumentam o tempo de concentração do escoamento hídrico, amortecendo as cheias fluviais e, nas estiagens, ao dar vazão aos volumes d’água acumulados, regularizam as pequenas descargas fluviais em patamares mais elevados.

Também áreas úmidas são observadas adjacentes ao baixo curso do arroio Feijó. A Figura 93 ilustra áreas úmidas sobre segmentos de vertentes da planície do arroio Feijó e do terraço do rio Gravataí, em momento de concentração hídrica.

Figura 93. Áreas úmidas sobre segmentos de vertentes da planície do arroio Feijó e do terraço do rio Gravataí, em momento de concentração hídrica. 11/05/2001. Fonte: METROPLAN (2001, slide 42)

Entretanto, a partir de 1950 se iniciam os processos de intervenções antrópicas na bacia hidrográfica do Feijó, os quais desencadeiam significativas alterações nas características e dinâmicas do ambiente. A ocupação urbana da bacia hidrográfica do arroio Feijó, sobretudo nas décadas de 1970/80, marcada por abrupto aumento populacional resultante de intenso fluxo migratório para a RMPA, acompanhada de expressivo crescimento do número de instalações públicas e privadas, muitas destas em condições infra-estruturais e de localizações precárias, resultam em profundas transformações dos processos morfogenéticos recentes do relevo, reconhecidas como morfodinâmicas.

Assim como sobre o padrão de relevo em colinas, morrotes e morro, também no padrão de relevo em planícies, a eliminação da cobertura vegetal e o revolvimento do solo, durante o processo de loteamento, reduzem a estabilidade dos agregados do solo, expondo-o a ação direta dos agentes climáticos. Sucedem-se, sobre o solo, processos mais intensos de salpicamento, selamento e escoamento superficial durante eventos chuvosos.

O escoamento superficial também é intensificado com a impermeabilização da

superfície, a partir do uso urbano do solo, quer pelo asfaltamento das vias de transporte públicas ou pela forma de uso dos lotes particulares, cujas áreas internas significativamente ocupadas por coberturas edificadas, de baixa e ou nula permeabilidade (Figura 94).

(A)	Descrição: Fotografia aérea oblíqua de núcleos urbanos de Alvorada/RS. No 1º plano, ocupação urbana sobre vertentes transicionais do morrote elúvio-granítico Saint Hilaire com das planícies do arroio Stella Maris, em seções de curso retificado. No 2º plano, à esquerda, alta densidade de coberturas edificadas sobre vertentes do morrote elúvio-granítico Saint-Hilaire. Também em destaque na fotografia, elementos da paisagem anteriores a ocupação urbana, as coberturas florestais. Março de 1999; Fonte: Prefeitura Municipal de Alvorada (2003, p. 18)
(B)	Descrição: Imagem de satélite de alta resolução espacial de núcleo urbano de Alvorada/RS. No centro da imagem seção retificada do arroio Stella Maris, cujas vertentes adjacentes, de planícies e da baixa encosta do morrote elúvio-granítico Saint-Hilaire, ocupadas por lotes urbanos de altas densidades de coberturas edificadas. 01/06/2009; Fonte: Google Earth (2011)
(C)	Descrição: No centro da imagem seção retificada do médio curso do arroio Feijó, cujas vertentes adjacentes, de planície fluvial e baixa encosta de morrotes elúvio-graníticos, ocupadas por lotes urbanos de altas densidades de coberturas edificadas. À direita do arroio núcleos urbanos de Alvorada e à esquerda de Porto Alegre/RS. Também em destaque na imagem, elementos da paisagem anteriores a ocupação urbana, as coberturas florestais próximas ao corpo hídrico. 01/06/2009; Fonte: Google Earth (2011)

Figura 94 (A; B; C). Imagens de núcleos urbanos sobre o padrão de formas semelhantes em planícies fluviais da bacia do Feijó/RS

A alta densidade de coberturas edificadas é especialmente verificada nas proximidades dos cursos fluviais, com a retirada de parte da vegetação ciliar e as construções de moradias, a maioria delas em precárias condições infra-estruturais. Tais segmentos de vertentes, pois, áreas próximas a cursos fluviais, constituem-se legalmente enquanto APPs. (Figuras 95).

(A)	Descrição: No centro da imagem, vertentes de alvéolo e o arroio Mário Quintana. Adjacente ao mesmo, através de coberturas edificadas, moradias e arruamento (aterro), supressão da mata ciliar. Área em conflito legal de usos, pois APP de margem de curso d'água ocupada inapropriadamente. Na parte inferior da imagem, sobre o arruamento, na baixa vertente do morrote elúvio-coluvionar granítico Santana, evidências de formas de processos erosivos lineares, em sentido ao alvéolo e ao arroio Mário Quintana. 06/01/2009; Fonte: Google Earth (2011)
(B)	Descrição: No centro da imagem, médio/ alto curso do arroio Feijó. Adjacente ao mesmo, através de coberturas edificadas, de moradias, supressão da mata ciliar. Área em conflito legal de usos, pois APP de margem de curso d'água ocupada inapropriadamente. Segmentos transicionais de vertentes da planície fluvial do Feijó com, à esquerda do arroio, a baixa encosta do morrote elúvio-granítico Lomba do Sabão e com, à direita do arroio, a baixa encosta do morrote elúvio-granítico Saint-Hilaire. 24/02/2010; Fonte: Google Earth (2011)
(C)	Descrição: No canto esquerdo da imagem, médio/ baixo curso retificado do arroio Feijó, retelinizado e periodicamente dragado. Adjacente ao mesmo, através de coberturas edificadas, de moradias e arruamento, supressão da mata ciliar. Área em conflito legal de usos, pois APP de margem de curso d'água ocupada inapropriadamente. Segmentos transicionais de vertentes da planície fluvial do Feijó com a baixa encosta do morrote elúvio-granítico Saint-Hilaire. 06/01/2009; Fonte: Google Earth (2011)

Figura 95 (A; B; C). APPs. de margens de cursos d'água ocupadas inapropriadamente/ bacia do Feijó/ RS

A vegetação ciliar, observada em segmentos preservados dos arroios da bacia do Feijó (Figura 96 A.), especialmente pela ação de suas raízes, destaca-se enquanto um fundamental agente na contenção de solapamentos de taludes de margens, resultantes de ação flúvio-hidráulica (Figura 96 B.).

(A)	Descrição: Segmento do alto/ médio curso do arroio Feijó, cujas margens preservadas, cobertas por mata ciliar. Dadas às diferenças de declividades no segmento fluvial e à presença de matações no leito do arroio, sustenta-se uma pequena corredeira flúvio-hidráulica que auxilia na oxigenação da água; 06 de fevereiro de 2001; Fonte: METROPLAN (2001, p.77)
(B)	Descrição: Erosão de margem côncava no médio curso do arroio Feijó, resultante de ação da variação flúvio-hidráulica. Na imagem se observa a exposição de emaranhado de raízes e, a partir do mesmo, a fixação do solo, contendo solapamentos mais agressivos de talude de margem; 06 de fevereiro de 2001; Fonte: METROPLAN (2001, slide 34)

Figura 96 (A; B). Segmentos do arroio Feijó cujas margens cobertas por vegetação ciliar

A despeito das discussões recentes a cerca do Código Florestal Brasileiro, consideram-se APPs. aquelas que situadas ao longo de qualquer curso d'água, desde o seu nível mais alto em faixa marginal. A distância mínima a ser preservada para os cursos d'água de menos de 10 metros de largura, o caso do arroio Feijó e de seus tributários, deveria ser de 30 metros a partir de cada margem (BRASIL, Lei Federal N° 4.771/ 65; Artigo 2°).

Todavia, em significativas seções fluviais, dos altos aos baixos cursos dos arroios da bacia do Feijó, como já destacado em fotografias aéreas e imagens de satélite, observam-se situações de evidentes conflitos legais de usos. Com a mesma temática, porém noutra

perspectiva visual, terrena, a Figura 97 evidencia, através de registros fotográficos, APPs da bacia do Feijó ocupadas por moradias em precárias condições infra-estruturais.

(A)	Descrição: Ocupação irregular de moradias, muito próximas a margem de curso fluvial tributário do arroio Feijó/ Viamão/ RS; 06 de fevereiro de 2002; Fonte: PROFILL & METROPLAN (2002, p. 04)
(B)	Descrição: Ocupação irregular de moradia, muito próxima a margem do médio/ alto curso do arroio Nunes; tributário do arroio Feijó; Alvorada/ RS; ano de 1999; Fonte: Prefeitura Municipal de Alvorada/ RS (2003, p. 19)
(C)	Descrição: Ocupação irregular de moradias, muito próximas a margem do médio/ alto curso do Feijó/ Viamão/ RS; 06 de fevereiro de 2002; Fonte: PROFILL & METROPLAN (2002, p. 22)
(D)	Descrição: Ocupação irregular de moradias às margens e sobre o arroio Morro Santana, Vila Augusta/ Viamão/ RS (491.857m E; 6.675.945m N; O; 19 de maio de 2005); Autor: Moisés Ortemar Rehbein

(E)	Descrição: Ocupação de moradias e abertura de arruamento irregular, pois muito próximas às margens do arroio Cecília; Bairro Cecília/ Viamão/ bacia do Feijó/ RS; 06 de fevereiro de 2001; Fonte: METROPLAN (2001, p. 16)
(F)	Descrição: Ocupação irregular de moradias, muito próximas a margem do médio/ baixo curso do arroio Feijó; Bairro Rubem Berta/ Porto Alegre/ RS; 06 de fevereiro de 2001; Fonte: METROPLAN (2001, p. 36)
(G)	Descrição: Ocupação irregular de moradias, muito próximas a margem do médio/ baixo curso do arroio Feijó; Bairro Americana/ Alvorada/ RS; 06 de fevereiro de 2001; Fonte: METROPLAN (2001, p. 41)
(H)	Descrição: Ocupação irregular de moradias, muito próximas a margem do baixo curso do arroio Feijó; Bairro Americana/ Alvorada/ RS; abril de 2002; Fonte: Prefeitura Municipal de Alvorada/ RS (2003, p. 42)

Figura 97 (A - H). Registros fotográficos de ocupações irregulares, muito próximas às margens de cursos fluviais da bacia do Feijó/RS

Na planície fluvial, resultante do escoamento superficial adjacente, das baixas declividades e das baixas infiltrações da superfície, pela ocorrência de coberturas edificadas e pela predominância de PLANOSSOLOS e GLEISSOLOS, solos imperfeitamente a muito mal drenados; sucedem-se áreas de acumulação d'água, sujeitas a alagamentos.

Visando amenizar os problemas dos alagamentos, observa-se, sobre o padrão de relevo em planícies, séries de iniciativas, individuais ou de gestão pública, que vão da implantação de aterros a mudanças na disposição da rede de drenagem nos loteamentos.

Os aterros alteram declividades e o nível altimétrico da superfície, em geral, elevando-a acima do nível natural das inundações (Figura 98), e modificam fluxos hídricos pela construção de valas para drenagem de águas acumuladas (Figura 99). Também reorientam fluxos hídricos as redes de canalizações pluviais e cloacais, que em muitos casos interligadas (Figura 100).

(A)	Descrição: Área de margem fluvial aterrada. Observa-se no registro fotográfico, enquanto elementos de aterro, material arenoso e antrópico residual, constituído fundamentalmente de plásticos e de pedaços de madeiras; Localização aproximada: médio curso do arroio Feijó; Janeiro de 2004; Fonte: COMEC de Alvorada/ RS (2009, slide nº 23)
(B)	Descrição: Área de margem fluvial aterrada. Observa-se no registro fotográfico, enquanto elementos de aterro, material arenoso e antrópico residual, constituído fundamentalmente de plásticos e de pedaços de madeiras; Localização aproximada: médio curso do arroio Feijó; Janeiro de 2004; Fonte: COMEC de Alvorada/ RS (2009, slide nº 26)
(C)	Descrição: Áreas de margens fluviais aterradas; Na margem esquerda, aterro para instalação de moradias; Na margem direita, aterro para instalação de área de cultivo; Curso médio do arroio Feijó, bairro Algarve/ Alvorada/ RS; ano de 2001; Fonte: Prefeitura Municipal de Alvorada/ RS (2003, p. 55)

Figura 98 (A; B; C). Áreas aterradas de margens fluviais na bacia do Feijó/RS

(A)	Descrição: Abertura de vala para escoamento hídrico e de resíduos sólidos e líquidos domiciliares, paralela área aterrada para instalação de moradias; Bairro Viamópolis/Viamão/ RS; Possível segmento de vertente de alvéolo; 06 de fevereiro de 2001; Fonte: METROPLAN (2001, p. 14)
(B)	Descrição: Abertura de vala para escoamento hídrico e de resíduos sólidos e líquidos domiciliares, paralela áreas aterradas para instalação de moradias; Bairro Viamópolis/Viamão/ RS; Possível segmento de vertente de alvéolo; 06 de fevereiro de 2001; Fonte: METROPLAN (2001, p. 74)
(C)	Descrição: Abertura de vala para escoamento hídrico e de resíduos sólidos e líquidos domiciliares, a partir de área aterrada para instalação de moradias; Bairro Americana/Alvorada/ RS; Segmento de vertente do terraço do rio Gravataí; ano de 2001; Fonte: Prefeitura Municipal de Alvorada/RS (2003, p.78)
(D)	Descrição: Abertura de vala para escoamento hídrico e de resíduos sólidos e líquidos domiciliares, a partir de área aterrada para instalação de moradias; Bairro Americana/Alvorada/ RS; Segmento de vertente do terraço do rio Gravataí ano de 2001; Fonte: Prefeitura Municipal de Alvorada/RS (2003, p.78)

Figura 99 (A; B; C; D). Aberturas de valas para drenagens de áreas aterradas sobre planícies e ou terraços da bacia do Feijó/ RS

(A)	Descrição: Canalização pluvial e de esgotamento doméstico, cuja drenagem orientada em sentido ao baixo curso do arroio Stella Maris; bairro Algarve/ Alvorada/ RS; Segmentos de planície do arroio Stella Maris; 26 de setembro de 2010; Autor: Moisés Ortemar Rehbein
(B)	Descrição: Canalização e vala pluvial e de esgotamento doméstico, cuja drenagem orientada em sentido a curso tributário do arroio Feijó; Bairro Americana/ Alvorada/ RS; Segmentos de terraço do arroio Feijó; 07 de janeiro de 2004; Fonte: Arquivo digital da COMDEC de Alvorada/ RS
(C)	Descrição: Canalização pluvial e de esgotamento doméstico, cuja drenagem orientada em sentido a curso tributário do arroio Feijó; Bairro Americana/ Alvorada/ RS; Segmentos de planície do arroio Feijó; 07 de janeiro de 2004; Fonte: Arquivo digital da COMDEC de Alvorada/ RS
(D)	Descrição: Canalização pluvial e de esgotamento doméstico, cuja drenagem orientada em sentido ao arroio Feijó; Bairro Americana/ Alvorada/ RS; Segmentos de planície do arroio Feijó; 07 de janeiro de 2004; Fonte: Arquivo digital da COMDEC de Alvorada/ RS

Figura 100 (A; B; C; D). Canalizações e valas de escoamento pluvial e de esgotamento doméstico, em segmentos de planícies da bacia do Feijó/ RS

Ainda em se tratando de segmentos de vertentes aterrados do padrão de relevo em planícies da bacia do Feijó; Rehbein (2005), a partir de entrevistas com antigos moradores locais e de mapeamentos dos usos e coberturas do solo dos anos de 1973 e 1991, no período em questão, identifica áreas de banhados de planície do arroio Feijó aterradas e a supressão de um canal fluvial, assim como, a abertura de lotes urbanos sobre os mesmos (Figura 101).

Figura 101. Loteamento urbano em área aterrada de antigo banhado da planície do arroio Feijó/ RS; 492.080m E; 6.674.773m N; O; 19/05/2005; Autor: Moisés O. Rehbein

Em se tratando das mudanças na disposição da rede de drenagem, estas ocorrem mediante as supressões de cursos fluviais intermitentes e pelas retificações de cursos fluviais perenes. As retificações envolvem retificações das seções fluviais, sem obras de contenção dos taludes das margens (Figura 102) e ou com obras de contenção dos taludes das margens, através da introdução de matacões (Figura 103) e ou usos de muro gabião parcial junto às mesmas (Figura 104); também envolvem retificações dos arroios, atividades periódicas de aprofundamentos dos leitos fluviais (Figura 105).

Figura 102 (A; B). Seções retelinizadas do médio/ alto curso do arroio Feijó, sem obras de contenção dos taludes das margens; (A) 492.210m E; 6.674.871m N; SO; (B) 492.217m E; 6.674.898m N; NE; 19/05/2005; Autor: Moisés O. Rehbein

(A)	Descrição: Estabilização de talude de margem fluvial côncava do baixo curso do arroio Cecília, através da introdução de matacões; Vila Augusta/ Viamão/ bacia do Feijó/ RS; (492.220m E; 6.675.110m N; ESE; 13 de abril de 2005). Autor: Moisés Ortemar Rehbein
(B)	Descrição: Estabilização de talude de margem fluvial côncava do médio curso do arroio Feijó, através da introdução de matacões; Vila Augusta/ Viamão/ bacia do Feijó/ RS; (491.865m E; 6.676.153m N; NNE; 26 de setembro de 2010). Autor: Moisés Ortemar Rehbein
(C)	Descrição: Estabilização de talude de margem fluvial côncava do médio curso do arroio Feijó, através da introdução de matacões; Vila Augusta/ Viamão/ bacia do Feijó/ RS; (491.865m E; 6.676.153m N; NNO; 26 de setembro de 2010). Autor: Moisés Ortemar Rehbein

Figura 103 (A; B; C). Estabilizações de taludes de margens côncavas de cursos fluviais através de matacões/ bacia do Feijó/ RS

(A) (B)	Descrição: Retilinação do baixo/ médio curso do arroio Stella Maris; Suavização de inclinações dos taludes das margens do arroio e usos de muro gabião para contenções dos mesmos. O estabelecimento de vegetação sobre as superfícies de taludes, não concretados, reforça a estabilidade dos mesmos. (A) 06/02/2001; Fonte: METROPLAN (2001, p. 75); (B) 491.855mE;6.678.206mN; SE; 26/09/2010; Autor: Moisés Ortemar Rehbein.
(C)	Descrição: Retilinação de seção fluvial do médio curso do arroio Feijó e usos de muro gabião para contenções dos taludes de margens; Vila Augusta/ Viamão/ RS; 06 de fevereiro de 2002; Fonte: PROFIL & METROPLAN (2002, p. 23)
(D)	Descrição: Uso de muro gabião parcial na sustentação de talude de margem do médio/ baixo curso do arroio Feijó, enquanto infra-estrutura de apoio de pontilhão; 06 de fevereiro de 2001; Fonte: METROPLAN (2001, slide 18)

Figura 104 (A; B; C; D). Retilinações de seções fluviais e usos de muro gabião na sustentação de taludes de margens de arroios da bacia do Feijó/ RS

(A)	Descrição: Atividade de desobstrução fluvial e aprofundamento do leito do arroio Nunes, mediante uso de retroescavadeira; Alvorada/ bacia do Feijó/ RS; ano de 2001; Fonte: Prefeitura Municipal de Alvorada/ RS (2003, p. 12)
(B)	Descrição: Atividade de desobstrução fluvial e aprofundamento do leito do arroio Nunes, mediante uso de retroescavadeira; Alvorada/ bacia do Feijó/ RS; ano de 2002; Fonte: Prefeitura Municipal de Alvorada/ RS (2003, p. 47)
(C)	Descrição: Atividade de desobstrução fluvial e aprofundamento do leito do médio/ alto curso do arroio Stella Maris, mediante uso de retroescavadeira; Segundo a METROPLAN (2001), a disposição inadequada do material retirado do leito, nas margens fluviais, após ocorrências pluviométricas, redundou no seu retorno para o curso d'água; Viamão/ bacia do Feijó/ RS; 06 de fevereiro de 2001; Fonte: METROPLAN (2001, p. 76)
(D)	Descrição: Atividade de aprofundamento do leito do baixo curso do arroio Feijó; Na margem fluvial direita, a contínua deposição de rejeitos, composto de materiais do leito do arroio, forma um instável talude. Na margem fluvial oposta, observa-se a instalação de vegetação pioneira. Alvorada/ bacia do Feijó/ RS; 06 de fevereiro de 2001; Fonte: METROPLAN (2001, p. 80)

Figura 105 (A; B; C; D). Registros fotográficos de atividades de desobstruções e aprofundamentos de leitos fluviais da bacia do Feijó/ RS

As intervenções nos canais fluviais da bacia resultam de atividades de Associações de Moradores e ou de convênios firmados entre Prefeituras e o governo do Estado do RS, a partir da necessidade de se conterem sucessivas inundações que atingem expressivo contingente populacional em determinadas áreas da bacia do Feijó, especialmente na Vila Augusta, em Viamão, e na Vila Americana, em Alvorada.

As retificações e a eliminação de meandros, a introdução de matacões e o uso de muro gabião parcial, objetivando-se conter solapamentos nas margens dos cursos d'água, assim como, as atividades de desobstruções e aprofundamentos de leitos fluviais, promovem um aumento da velocidade da corrente e amenizam momentaneamente e localmente os problemas relativos às inundações, porém, intensificam processos erosivos e favorecem o assoreamento dos canais fluviais em seções a jusantes às intervenções estruturais hidráulicas.

Os processos erosivos são mais intensos junto às margens dos canais fluviais, localizadas a montante e a jusante, próximas às intervenções estruturais hidráulicas. O aumento na velocidade da água, sobretudo em dias de chuvas de médias e ou altas intensidades, solapa as margens côncavas dos canais fluviais, especialmente das que desprovidas de vegetação ciliar (Figura 106) e ocupadas por domicílios em situação irregular.

“O processo de solapamento (*undercutting*) consiste na remoção de material da base de uma vertente, escarpada ou margem fluvial, promovendo desequilíbrio e a queda do material sobrejacente” (SUERTEGARAY *et. al.*, 2008, p. 93). Esse processo na bacia do Feijó é observado nas margens de diferentes segmentos, do alto ao baixo curso, do arroio Feijó e de seus tributários, conforme ilustrado através de registros fotográficos e imagem de satélite, respectivamente, na Figura 107 e 108.

Resultantes do processo de solapamento, em alguns casos, como nos ilustrados na Figura 108, verificam-se tentativas de contenção de queda de taludes de margens fluviais mediante deposição de materiais residuais antrópicos; noutros casos, de taludes afetados pelo processo em questão, como nos ilustrados na Figura 109, mediante ocorrências de moradias próximas, verificam-se situações de riscos iminentes.

(A)	Descrição: Solapamento de margem fluvial côncava do arroio Cecília, próxima seções retificadas do arroio, a montante e a jusante; O solapamento avança em sentido a arruamento adjacente, Vila Augusta/ Viamão/ bacia do Feijó/ RS; 06 de fevereiro de 2001; Fonte: METROPLAN (2001, slide 17)
(B)	Descrição: Solapamento de margem côncava do médio curso do arroio Feijó, próxima confluências entre os arroios Cecília, Cantegril e Seminário; próxima também a seções retificadas do arroio, a montante e a jusante; O solapamento avança em sentido a moradia, assentada em APP.; Vila Augusta/ Viamão/ bacia do Feijó/ RS (492.362m E, 6.675.276m N; NE; 13/04/2005); Autor: Moisés Ortemar Rehbein
(C)	Descrição: Solapamento de margem fluvial côncava do médio curso do arroio Feijó, cujos taludes de expressivas alturas e inclinações; Observa-se na base do talude, pela orientação e forma, depósito de ruptura do mesmo; Também, em segmento do curso de geometria mais côncava, depósito de resíduos antrópicos; ano de 2002; Fonte: PROFILL & METROPLAN (2002, p. 28)

Figura 106 (A: B; C). Solapamentos de margens fluviais côncavas na bacia do Feijó/ RS

	Descrição: Imagem de satélite de alta resolução espacial, a partir da qual se observa seção fluvial do médio curso do arroio Feijó, donde, em margem côncava desprovida de vegetação, verificam-se evidências de solapamentos de taludes de expressivas alturas e inclinações; Em margem oposta, convexa, verificam-se bancos de deposição sedimentar e depósitos de materiais residuais antrópicos, resultantes de atividades de catadores; 01 de junho de 2009; Fonte: Google Earth (2011)

Figura 107. Solapamento de margem fluvial côncava do médio curso do arroio Feijó/ RS

(A)	Descrição: Solapamentos de margens de curso fluvial de cabeceira de drenagem no morro granítico Santana; possivelmente em segmentos de vertentes transicionais côncavas do morro granítico com vertentes de <i>hollow</i>; Observa-se sobre os taludes das margens fluviais mais afetadas, na tentativa de contenção dos solapamentos, a introdução de materiais residuais antrópicos; 06 de fevereiro de 2001; Fonte: METROPLAN (2001, slide 15)
(B)	Descrição: Solapamento de margem fluvial côncava do médio curso do arroio Feijó, cujos taludes de expressivas alturas e inclinações; Observa-se sobre margem afetada, numa possível tentativa de contenção do solapamento, a deposição de materiais residuais antrópicos; Janeiro de 2004; Fonte: Arquivo digital da COMEC de Alvorada/ RS
(C)	Descrição: Solapamento de margem fluvial côncava do médio/ baixo curso do arroio Feijó; Observa-se sobre o talude da margem fluvial, na tentativa de contenção do solapamento, a construção de aterro mediante introdução de materiais residuais antrópicos; O solapamento avança em sentido a moradias de precárias condições infra-estruturais, assentadas em APPs.; Outubro de 2000; Fonte: METROPLAM (2000, p. 13)

Figura 108 (A: B; C). Tentativas de contenções de solapamentos de taludes de margens fluviais, mediante deposições de materiais residuais antrópicos/ bacia do Feijó/ RS

(A)	Descrição: Trincas em muro a partir de provável ruptura de fundações; Ocupação de APP. de margem do arroio Cecília; Vila Augusta/ Viamão/ bacia do Feijó/ RS; ano de 2002; Fonte: PROFILL & METROPLAM (2002, p. 29)
(B)	Descrição: Solapamento de talude de margem do médio curso do arroio Feijó com danificação de estrutura domiciliar; 10 de julho de 2007; Alvorada/ bacia do Feijó/ RS; Fonte: Arquivo digital da COMEC de Alvorada/ RS
(C)	Descrição: Solapamento de talude de margem côncava do médio/ baixo curso do arroio Feijó e, dadas ocupações domiciliares adjacentes, situações de iminentes riscos; ano de 2000; Fonte: Prefeitura Municipal de Alvorada/ RS (2004, p. 05)
(D)	Descrição: Talude afetado por processo de solapamento devido periódicas inundações no baixo curso do arroio Feijó; Na contenção do processo, estruturação de aterro com material residual domiciliar; Sobre aterro suinocultura irregular; Ano de 2001; Fonte: METROPLAM (2001, p. 79)

Figura 109 (A; B; C; D). Situações de riscos por solapamentos de taludes de margens fluviais/ bacia do Feijó/ RS

No padrão de formas em planícies fluviais, resultante de processos erosivos, o transporte sedimentar é verificado pelas colorações d'águas fluviais, bruno-avermelhadas, especialmente após eventos pluviométricos de média e alta intensidade. Tais colorações d'águas indicam o transporte dos sedimentos que produtos dos solapamentos dos taludes de margens dos arroios e da erosão de solos e ou de elúvios das vertentes adjacentes (Figura 110).

(A)	Descrição: Fluxo d'água turbulento, de significativa competência fluvial, em seção retificada do arroio Stella Maris; A coloração bruno-avermelhada d'água indica o transporte de sedimentos que produtos da erosão de pedo-elúvios/ colúvios das vertentes adjacentes; 06 de fevereiro de 2002; Fonte: PROFILL & METROPLAN (2002, p. 20)
(B)	Descrição: Fluxo d'água turbulento, de significativa competência fluvial, em seção retificada do arroio Intersul; A coloração bruno-avermelhada d'água indica o transporte de sedimentos que produtos da erosão de pedo-elúvios/ colúvios das vertentes adjacentes; Observa-se alagamento da via pública próxima a margem esquerda do arroio; 06 de fevereiro de 2002; Fonte: PROFILL & METROPLAN (2002, p. 21)
(C)	Descrição: Fluxo d'água turbulento, de significativa competência fluvial, em seção retificada do baixo curso do arroio Stella Maris; A coloração parda d'água indica o transporte de sedimentos que produtos da erosão de pedo-elúvios/ colúvios das vertentes adjacentes; 09 de agosto de 2009; Fonte: Arquivo digital da COMDEC de Alvorada/ RS;

(D)		Descrição: Fluxo d'água intensificado pela construção de rampas de desníveis em fundo de leito fluvial; A intensificação do fluxo hídrico enseja numa maior competência fluvial; A coloração parda d'água indica o transporte de sedimentos que produtos da erosão de pedo-elúvios/ colúvios das vertentes adjacentes; Seção retificada do médio curso do arroio Stella Maris; Bacia do Feijó; Setembro de 2002; Fonte: Prefeitura Municipal de Alvorada/ RS (2003, p. 37);
(E)		Descrição: Médio curso do arroio Feijó, cuja aparente viscosidade e coloração parda d'água indicam expressiva quantidade de sedimentos (aparentemente argilas) em suspensão e ou solução, que produtos da erosão de pedo-elúvios/ colúvios das vertentes adjacentes; Também, retido nesta seção fluvial, expressiva quantidade de material residual antrópico; Fonte: METROPLAM (2001, slide 35);
(F)		Descrição: Fluxo d'água no médio/ baixo curso retificado do arroio Feijó, após evento tempestivo de média intensidade; Momento fluvial de expressiva competência e capacidade, dada a coloração bruno-avermelhada d'água, indicadora do transporte de sedimentos que produtos da erosão de pedo-elúvios/ colúvios das vertentes adjacentes; 23 de setembro de 2007; Fonte: Arquivo digital da COMDEC de Alvorada/ RS;
(G)		Descrição: Fluxo d'água no médio/ baixo curso retificado do arroio Feijó, após evento tempestivo de média intensidade; Momento fluvial de expressiva competência e capacidade, dada a coloração bruno-avermelhada d'água, indicadora do transporte de sedimentos que produtos da erosão de pedo-elúvios/ colúvios das vertentes adjacentes; 23 de setembro de 2007; Fonte: Arquivo digital da COMDEC de Alvorada/ RS;

Figura 110 (A - G). Seções fluviais de expressivas competências e ou capacidades/ bacia do Feijó/ RS

Com a redução da intensidade e o cessar pluviométrico se sucedem, como que de modo imediato, pela importância do escoamento superficial para os cursos fluviais da bacia do Feijó, expressivas reduções dos volumes e das velocidades das correntes d'água. As reduções em volumes e velocidades das correntes d'água ensejam em reduções nas capacidades e competências dos canais fluviais, no transporte de sedimentos e materiais outros; estes se depositam nos leitos dos cursos d'água formando bancos e ou barras de depósitos fluviais, sobretudo a jusante às obras de retificações fluviais.

Os materiais que estruturam os depósitos fluviais compreendem de sedimentos finos a materiais grosseiros. Os materiais mais finos, fundamentalmente argilas, siltes e areias, estão associados aos processos plúvio-flúvio-erosivos sobre as vertentes e a rede de drenagem, processos de episódios chuvosos, de média e ou alta intensidade. Os materiais mais grosseiros estão associados ao descarte inadequado de lixo doméstico, praticado nos leitos fluviais da bacia do Feijó e se estruturam de elementos nitidamente resultantes de atividades antrópicas, como cascalhos, pequenos seixos, tijolos, plásticos, papéis, vidros, borrachas, utensílios domésticos, etc. Esses depósitos fluviais, que compreendem de sedimentos finos a materiais grosseiros, são também reconhecidos como depósitos flúvio-tecnogênicos.

Os depósitos flúvio-tecnogênicos alteram características dos leitos fluviais, sobretudo, minimizando suas profundidades e também larguras, intensificando assoreamentos (*alluviation/ silting-up*). “Assoreamento consiste no processo de acumulação de material detrítico, oriundo de processos erosivos, quando o curso d'água não tem condições de transportar a carga sedimentar. Esse processo é responsável pela formação de depósitos de barra, tanto no canal como nas margens dos arroios” (SUERTEGARAY, *et. al.*, 2008, p. 91).

Em alguns segmentos fluviais da bacia do Feijó as alterações nos leitos dos arroios são perceptivelmente drásticas, mediante formações de bancos e barras de depósitos flúvio-tecnogênicos (Figuras 111; 112 e 113) que dificultam a passagem d'água. Também se observam, enquanto obstáculos outros a passagem d'água fluvial, registros de significativos acúmulos de lixos domiciliares em recôncavos marginais fluviais e ou fundações de passarelas e pontes (Figura 114). Noutros casos, como em segmentos do baixo curso do arroio Feijó, resultantes também de assoreamentos, registros indicam alterações permanentes das dimensões do leito fluvial, com incorporações de segmentos de vertentes, outrora marginais, ao fluxo flúvio-hidráulico (Figura 115).

(A)	Descrição: Bancos de depósitos flúvio-tecnogênicos sobre leito de seção retificada do arroio Stella Maris, indicando expressiva variabilidade da capacidade e competência fluvial; Sobre os bancos de depósitos o estabelecimento de vegetação de gramíneas; 493.215m E; 6.677.283m N; NNO; 26 de setembro de 2010; Autor: Moisés Ortemar Rehbein
(B)	Descrição: Banco de depósito flúvio-tecnogênico sobre leito de seção retificada do arroio Stella Maris, de textura argilo-arenosa, indicando expressiva variabilidade da capacidade e competência fluvial; Sobre os bancos de depósitos o estabelecimento de vegetação de gramíneas; 493.215m E; 6.677.283m N; SO; 26 de setembro de 2010; Autor: Moisés Ortemar Rehbein
(C)	Descrição: Barra de depósito flúvio-tecnogênico cobrindo talude de muro gabião em margem esquerda do arroio Stella Maris; indicando expressiva variabilidade da capacidade e competência fluvial; Sobre os depósitos o estabelecimento de vegetação de gramíneas; 492.895m E; 6.677.626m N; NNO; 26 de setembro de 2010; Autor: Moisés Ortemar Rehbein
(D)	Descrição: Barra de depósito flúvio-tecnogênico cobrindo talude de muro gabião em margem direita do arroio Stella Maris; indicando expressiva variabilidade da capacidade e competência fluvial; Sobre os depósitos o estabelecimento de vegetação de gramíneas; Ao lado de cobertura arbustiva depósito irregular de lixo domiciliar; 492.432m E; 6.678.023m N; NNO; 26 de setembro de 2010; Autor: Moisés Ortemar Rehbein

Figura 111 (A; B; C; D). Bancos de depósitos flúvio-tecnogênicos em seções retificadas do arroio Stella Maris/ bacia do Feijó/ RS

(A)	Descrição: Banco de depósito flúvio-tecnogênico sobre leito, próximo margem direita, entre seções retificadas do arroio Feijó; Depósito fundamentalmente constituído de sedimentos arenosos e de materiais residuais domésticos; Solapamento de talude em margem esquerda do arroio, afetando espécie arbustiva; 492.369m E, 6.675.230m N; NE; 12 de março de 2005; Autor: Moisés Ortemar Rehbein
(B)	Descrição: Banco de depósito flúvio-tecnogênico em margem esquerda, entre seções retificadas do médio curso do arroio Feijó; Solapamento de talude em margem direita do arroio, ocupada irregularmente por moradias; 06 de fevereiro de 2002; Fonte: PROFILL & METROPLAN (2002, p. 04).
(C)	Descrição: Depósitos flúvio-tecnogênicos em leito do médio curso do arroio Feijó; Presença expressiva de lixo domiciliar próxima margem esquerda do arroio, obstaculizando a passagem d'água; Ano de 2001; Fonte: METROPLAN (2001, p. 77)
(D)	Descrição: Bancos de depósitos sedimentares em leito fluvial do médio curso do arroio Feijó, próximo margem direita; Momento de baixa velocidade e volume flúvio-hidráulico; Janeiro de 2004; Fonte: Arquivo digital da COMDEC de Alvorada/ RS;

(E)		Descrição: “Dique” de resíduos sólidos finos e grosseiros, misturados, removidos do leito do arroio Feijó em atividade de desassoreamento; Ano de 2001; Fonte: METROPLAN (2001, p. 78)
(F)		Descrição: Formação de expressivo depósito fluvial em margem convexa do médio/ baixo curso do arroio Feijó, a jusante e próxima confluência com o arroio Stella Maris, indicando tendência ao meandramento do curso; O depósito fluvial em questão é também elemento da paisagem destacada na Figura 113; Janeiro de 2004; Fonte: Arquivo digital da COMDEC de Alvorada/ RS;
(G)		Descrição: Banco de depósito sedimentar sobre leito fluvial em seção retificada do médio/ baixo curso do arroio Feijó; Janeiro de 2004; Fonte: Arquivo digital da COMDEC de Alvorada/ RS;

Figura 112 (A – G). Bancos de depósitos flúvio-tecnogênicos em seções do arroio Feijó/ RS

	Descrição: Formação de expressivo depósito fluvial em margem convexa do médio/ baixo curso do arroio Feijó, a jusante e próxima confluência com o arroio Stella Maris, indicando tendência ao meandramento do curso; 06 de janeiro de 2009; Fonte: Google Earth (2011)

Figura 113. Formação de depósito fluvial em margem convexa do arroio Feijó/ RS

(A)	Descrição: Acúmulo de resíduos sólidos retirados do leito do arroio Intersul/ bacia do Feijó/ RS, em mutirão de limpeza promovido pelo Departamento de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Alvorada/ RS; ano de 2001; Fonte: Prefeitura Municipal de Alvorada/ RS (2003, p. 11)
(B)	Descrição: Acúmulo de resíduos sólidos por orientação de forças hidráulicas, em margem côncava do médio curso do arroio Feijó, janeiro de 2004; Fonte: Arquivo digital da COMDEC de Alvorada/ RS;
(C)	Descrição: Acúmulos de resíduos sólidos em fundações de precária passarela sobre o médio curso do arroio Feijó/ RS; As alturas dos depósitos de resíduos, retidos sob a passarela, indicam a variabilidade do nível d'água do arroio; A coloração d'água, bruno-amarelada, indica possível presença de expressiva quantidade de material sedimentar em suspensão e ou solução; Ano de 2001; Fonte: METROPLAN (2001, slide 38)
(D)	Descrição: Acúmulos de resíduos sólidos em base de ponte sobre o médio curso do arroio Feijó/ RS, obstruindo a passagem d'água após evento meteorológico tempestivo; A turbidez d'água indica possível transporte de materiais sedimentares em suspensão; 23 de setembro de 2007; Fonte: Arquivo digital da COMDEC de Alvorada/ RS;

Figura 114 (A; B; C; D). Acúmulo de resíduos sólidos em seções fluviais da bacia do Feijó/ RS

(A)	Descrição: No 2º plano, solapamento de talude de margem côncava; No 1º plano, segmentos de vertentes da planície do arroio Feijó, que devido assoreamento do mesmo, incorporados ao fluxo hidráulico regular do arroio; Outubro de 2000; Fonte: METROPLAN (2000, p.12)
(B)	Descrição: Segmentos de vertentes da planície do arroio Feijó, que devido assoreamento do leito fluvial, incorporados ao fluxo hidráulico regular do arroio; Junto à vegetação ciliar expressivo acúmulo de resíduos sólidos; Ano de 2001; Fonte: METROPLAN (2001, p. 76)
(C)	Descrição: Segmentos de vertentes da planície do arroio Feijó, que devido assoreamento do leito fluvial, incorporados ao fluxo hidráulico do arroio; Também contribui ao transbordamento fluvial, neste caso, a cheia no rio Gravataí, no qual o arroio Feijó deságua; 03 de maio de 2008; Fonte: Arquivo digital da COMDEC de Alvorada/ RS;

Figura 115 (A; B; C). Incorporações de segmentos de vertentes marginais ao fluxo hidráulico regular do arroio Feijó/ bacia do Feijó/ RS

Os depósitos flúvio-tecnogênicos, encontrados nos leitos dos arroios da área de estudos, são também observados recobrimdo determinadas áreas do padrão de relevo em planícies. Essas áreas correspondem a superfícies muito suavemente inclinadas e próximas as confluências dos arroios Cecília, Seminário e Feijó, na Vila Augusta, em Viamão/ RS e, também, a superfícies próximas a segmentos do médio e baixo curso do arroio Feijó, na Vila Americana, em Alvorada/ RS; áreas periodicamente afetadas pelos transbordamentos d'água do leito menor do arroio Feijó. A Figura 116 enfoca evidências desses transbordamentos, variações do nível d'água do arroio Feijó.

Essas áreas de planície sofrem elevações em seus níveis topográficos a partir da deposição de sedimentos argilosos, silticos e arenosos e de materiais tecnogênicos, transportados das vertentes adjacentes por processos plúvio-flúvio-tecnogênicos.

(A)	Descrição: Na parede da moradia, marcas da variação da lâmina d'água do médio curso do arroio Feijó, próximo confluências com os arroios Cecília e Seminário; Vila Augusta/ Viamão/ bacia do Feijó/ RS; 492.388m E; 6.675.350m N; NNE; 12 de abril de 2005; Autor: Moisés Ortemar Rehbein
(B)	Descrição: Acúmulo de materiais residuais antrópicos, retidos em galhos de vegetação ciliar, indicando a variação do nível d'água do médio/ baixo curso do arroio Feijó/ RS; Alvorada/ bacia do Feijó/ RS; Ano de 2001; Fonte: METROPLAN (2001, p. 80)

Figura 116 (A; B). Evidências da variação do nível d'água do arroio Feijó/ RS

Em suma, as modificações sobre o relevo a partir das intervenções antrópicas, expressivas na bacia hidrográfica do arroio Feijó, alteram dinâmicas hidrogeomorfológicas do ambiente, condicionando-lhes outros ritmos, sobretudo, para com relação aos processos de erosão e deposição, intensificando-os. As intensificações desses processos, como ilustrado nos parágrafos anteriores, repercutem em assoreamentos de determinadas seções fluviais da bacia do Feijó. O assoreamento é resultado da deposição de sedimentos de diferentes granulometrias e ou de materiais tecnogênicos sobre os leitos fluviais, reduzindo suas profundidades, quando do abrandamento da capacidade e competência hidráulica.

As reduções das profundidades dos canais fluviais, assim como as obstruções dos mesmos, pelos acúmulos de entulhos em seus leitos, seguidos de outros eventos pluviométricos de significativas intensidades, condicionam, logo, novos transbordamentos d'águas. Os transbordamentos d'águas dos cursos fluviais, dadas transformações hidrogeomorfológicas, tendem a se suceder com maiores recorrências temporais e amplitudes espaciais. Tais transbordamentos d'águas fluviais têm atingido expressivo contingente populacional de áreas da bacia do Feijó, repercutindo em periódicas inundações urbanas.

As inundações também estão condicionadas pelas características do sítio onde assentados os núcleos urbanos periodicamente atingidos pelas mesmas, que em segmentos de planícies do arroio Feijó e de terraços do rio Gravataí. As baixas declividades da superfície, a ocorrência de solos imperfeitamente a mal drenados e o represamento do fluxo hídrico do arroio Feijó, pela elevação do nível do rio Gravataí e ocupação fluvial do seu terraço, favorecem os acúmulos d'água na área que, conforme dados da COMDEC de Alvorada/ RS, perduram dias, por vezes semanas, após eventos pluviométricos. A orientação do vento, quando noroeste, favorecendo ao represamento d'águas do rio Gravataí, por conseguinte, também dificulta a vazão do arroio Feijó.

As dimensões temporais e espaciais das inundações são abordadas nas Figuras 117 a 122. Os transbordamentos d'águas fluviais, as inundações, compreendem as morfodinâmicas do padrão de relevo em planícies fluviais que possivelmente representam, considerando-se suas dimensões e implicações sociais, os mais expressivos impactos ambientais urbanos na bacia do Feijó/ RS.

O caráter emergencial das inundações urbanas, pois centenas de domicílios são atingidos pelas mesmas em áreas da bacia, exige, pelas morfodinâmicas do relevo evidenciadas, contínuas retificações dos cursos fluviais.

Descrição: Inundação do Beco do Martelo e adjacência urbana/ Alvorada/ bacia do Feijó/ RS; Segmentos transicionais da planície do arroio Feijó e do terraço do rio Gravataí; As baixas declividades da superfície e a ocorrência de solos hidromórficos favorecem, pela má drenagem dos mesmos, acúmulos hídricos; Ano de 2002;

Fonte: Prefeitura Municipal de Alvorada/ RS (2003, p. 79)

Descrição: Inundação da Rua G. e adjacência urbana/ Alvorada/ bacia do Feijó/ RS; Segmentos transicionais da planície do arroio Feijó e do terraço do rio Gravataí; As baixas declividades da superfície e a ocorrência de solos hidromórficos favorecem, pela má drenagem dos mesmos, acúmulos hídricos; Ano de 2002;

Fonte: Prefeitura Municipal de Alvorada/ RS (2003, p. 80)

Descrição: Inundação da Rua Gaspar Martins e adjacência urbana/ Alvorada/ bacia do Feijó/ RS; Segmentos transicionais da planície do arroio Feijó e do terraço do rio Gravataí; As baixas declividades da superfície e a ocorrência de solos hidromórficos favorecem, pela má drenagem dos mesmos, acúmulos hídricos; Ano de 2002;

Fonte: Prefeitura Municipal de Alvorada/ RS (2003, p. 76)

Descrição: Inundação da Rua Barros e adjacência urbana/ Alvorada/ bacia do Feijó/ RS; Segmento do terraço do rio Gravataí; As baixas declividades da superfície e a ocorrência de solos hidromórficos favorecem, pela má drenagem dos mesmos, acúmulos hídricos; Ano de 2002;

Fonte: Prefeitura Municipal de Alvorada/ RS (2003, p. 77)

Figura 117 (A; B; C; D). Inundação urbana/ Alvorada/ bacia do Feijó/ RS - 2002

(A)	Descrição: Inundação de núcleo urbano assentado sobre segmento do terraço do rio Gravataí; Alvorada/ bacia do Feijó/ RS; As baixas declividades da superfície e a ocorrência de solos hidromórficos favorecem, pela má drenagem dos mesmos, acúmulos hídricos; 23 de setembro de 2007; Fonte: Arquivo digital do COMDEC de Alvorada/ RS
(B)	Descrição: Inundação da Rua Gaspar Martins e adjacência urbana; Segmento do terraço do rio Gravataí; Alvorada/ bacia do Feijó/ RS; As baixas declividades da superfície e a ocorrência de solos hidromórficos favorecem, pela má drenagem dos mesmos, acúmulos hídricos; 23 de setembro de 2007; Fonte: Arquivo digital do COMDEC de Alvorada/ RS
(C)	Descrição: Inundação de núcleo urbano assentado sobre segmento do terraço do rio Gravataí; Alvorada/ bacia do Feijó/ RS; As baixas declividades da superfície e a ocorrência de solos hidromórficos favorecem, pela má drenagem dos mesmos, acúmulos hídricos; 23 de setembro de 2007; Fonte: Arquivo digital do COMDEC de Alvorada/ RS
(D)	Descrição: Inundação de núcleo urbano assentado sobre segmento do terraço do rio Gravataí; Alvorada/ bacia do Feijó/ RS; As baixas declividades da superfície e a ocorrência de solos hidromórficos favorecem, pela má drenagem dos mesmos, acúmulos hídricos; 23 de setembro de 2007; Fonte: Arquivo digital do COMDEC de Alvorada/ RS

Figura 118 (A; B; C; D). Inundação de núcleos urbanos sobre terraço do rio Gravataí/ Alvorada/ bacia do Feijó/ RS - 23 de setembro de 2007

(A)	Descrição: Inundação de núcleo urbano assentado sobre a planície do arroio Feijó; Alvorada/ RS; As baixas declividades da superfície, a ocorrência de solos imperfeitamente a mal drenados e o represamento do fluxo hídrico do arroio Feijó, pela elevação do nível do rio Gravataí e ocupação fluvial do seu terraço, favorecem acúmulos d'água; 23 de setembro de 2007; Fonte: Arquivo digital do COMDEC de Alvorada/ RS
(B)	Descrição: Inundação de núcleo urbano assentado sobre a planície do arroio Feijó; Alvorada/ RS; As baixas declividades da superfície, a ocorrência de solos imperfeitamente a mal drenados e o represamento do fluxo hídrico do arroio Feijó, pela elevação do nível do rio Gravataí e ocupação fluvial do seu terraço, favorecem acúmulos d'água; 23 de setembro de 2007; Fonte: Arquivo digital do COMDEC de Alvorada/ RS
(C)	Descrição: Inundação de núcleo urbano assentado sobre a planície do arroio Feijó; Alvorada/ RS; As baixas declividades da superfície, a ocorrência de solos imperfeitamente a mal drenados e o represamento do fluxo hídrico do arroio Feijó, pela elevação do nível do rio Gravataí e ocupação fluvial do seu terraço, favorecem acúmulos d'água; 23 de setembro de 2007; Fonte: Arquivo digital do COMDEC de Alvorada/ RS
(D)	Descrição: Inundação de núcleo urbano assentado sobre a planície do arroio Feijó; Alvorada/ RS; As baixas declividades da superfície, a ocorrência de solos imperfeitamente a mal drenados e o represamento do fluxo hídrico do arroio Feijó, pela elevação do nível do rio Gravataí e ocupação fluvial do seu terraço, favorecem acúmulos d'água; 23 de setembro de 2007; Fonte: Arquivo digital do COMDEC de Alvorada/ RS

Figura 119 (A; B; C; D). Inundação de núcleos urbanos sobre a planície do arroio Feijó/ Alvorada/ RS - 23 de setembro de 2007

(A)	Descrição: Registro de resgate de família, cujo domicilio afetado por inundação; Avenida Americana e adjacência urbana (bairro Americana/ Alvorada/ bacia do Feijó/ RS); Inundação resultante do transbordamento das águas do arroio Feijó; Segmentos da planície fluvial do Feijó; 03 de maio de 2008; Fonte: Arquivo digital do COMDEC de Alvorada/ RS
(B)	Descrição: Registro de atividade de resgate de famílias, cujos domicílios afetados por inundação; Avenida Americana e adjacência urbana (bairro Americana/ Alvorada/ bacia do Feijó/ RS); Inundação resultante do transbordamento das águas do arroio Feijó; Segmentos da planície fluvial do Feijó; 03 de maio de 2008; Fonte: Arquivo digital do COMDEC de Alvorada/ RS
(C)	Descrição: Inundação da Avenida Beira Rio e adjacência urbana (bairro Americana/ Alvorada/ bacia do Feijó/ RS); Inundação resultante do transbordamento das águas do arroio Feijó; Segmentos da planície fluvial do Feijó; 03 de maio de 2008; Fonte: Arquivo digital do COMDEC de Alvorada/ RS

Figura 120 (A; B; C). Inundação de núcleos urbanos sobre a planície do arroio Feijó/ Alvorada/ RS – 03 de maio de 2008

(A)	Descrição: Inundação da Rua Brasil e adjacência urbana (Alvorada/ bacia do Feijó/ RS); Inundação resultante do transbordamento das águas do arroio Feijó; Segmentos da planície fluvial do Feijó; 09 de agosto de 2009; Fonte: Arquivo digital do COMDEC de Alvorada/ RS
(B)	Descrição: Inundação da Rua Gaspar Martins e adjacência urbana (Alvorada/ bacia do Feijó/ RS); Inundação resultante do transbordamento das águas do rio Gravataí; As baixas declividades da superfície e a ocorrência de solos hidromórficos favorecem, pela má drenagem dos mesmos, acúmulos hídricos; Segmentos de terraço do rio Gravataí; 10 de agosto de 2009; Fonte: Arquivo digital do COMDEC de Alvorada/ RS
(C)	Descrição: Inundação da Rua Gaspar Martins e adjacência urbana (Alvorada/ bacia do Feijó/ RS); Inundação resultante do transbordamento das águas do rio Gravataí; As baixas declividades da superfície e a ocorrência de solos hidromórficos favorecem, pela má drenagem dos mesmos, acúmulos hídricos; Segmentos de terraço do rio Gravataí; 10 de agosto de 2009; Fonte: Arquivo digital do COMDEC de Alvorada/ RS
(D)	Descrição: Inundação nas mediações da Rua Porto Rico (Alvorada/ bacia do Feijó/ RS); Inundação resultante do transbordamento das águas do rio Gravataí; As baixas declividades da superfície e a ocorrência de solos hidromórficos favorecem, pela má drenagem dos mesmos, acúmulos hídricos; Segmentos de terraço do rio Gravataí; 10 de agosto de 2009; Fonte: Arquivo digital do COMDEC de Alvorada/ RS

Figura 121 (A; B; C; D). Inundação de núcleos urbanos edificados sobre a planície do arroio Feijó e o terraço do rio Gravataí/ Alvorada/ bacia do Feijó/ RS – 10 de agosto de 2009

(A)	Descrição: Inundação de domicílio na Rua Americana, edificado sobre a planície do arroio Feijó, Alvorada/ RS; As baixas declividades da superfície, a ocorrência de solos imperfeitamente a mal drenados e o represamento do fluxo hídrico do arroio Feijó, pela elevação do nível do rio Gravataí, favorecem acúmulo e permanência d'água; 15 de setembro de 2009; Fonte: Arquivo digital do COMDEC de Alvorada/ RS
(B)	Descrição: Inundação da Rua Marquês do Pombal e adjacências urbanas edificadas sobre a planície do arroio Feijó, Alvorada/ RS; As baixas declividades da superfície, a ocorrência de solos imperfeitamente a mal drenados e o represamento do fluxo hídrico do arroio Feijó, pela elevação do nível do rio Gravataí, favorecem acúmulo e permanência d'água; 15 de setembro de 2009; Fonte: Arquivo digital do COMDEC de Alvorada/ RS
(C)	Descrição: Inundação da Rua Porto Rico e adjacências urbanas, edificadas sobre o terraço do rio Gravataí (Alvorada, bacia do Feijó/ RS); As baixas declividades da superfície, a ocorrência de solos imperfeitamente a mal drenados, atrelados ao transbordamento das águas do rio Gravataí, favorecem acúmulo e permanência d'água; 19 de setembro de 2009; Fonte: Arquivo digital do COMDEC de Alvorada/ RS
(D)	Descrição: Inundação da Rua Anita Garibaldi e adjacências urbanas, edificadas sobre o terraço do rio Gravataí (Alvorada, bacia do Feijó/ RS); As baixas declividades da superfície, a ocorrência de solos imperfeitamente a mal drenados, atrelados ao transbordamento das águas do rio Gravataí, favorecem acúmulo e permanência d'água; 19 de setembro de 2009; Fonte: Arquivo digital do COMDEC de Alvorada/ RS

Figura 122 (A; B; C; D). Inundação de núcleos urbanos edificados sobre a planície do arroio Feijó e o terraço do rio Gravataí/ Alvorada/ bacia do Feijó/ RS – 15 e 19 de setembro de 2009

3.3.2. Mapeamento geomorfológico da bacia hidrográfica do arroio Feijó/ RS

Trata-se, este item, da apresentação gráfica do mapeamento geomorfológico da bacia hidrográfica do arroio Feijó, o qual, enquanto método, produto e síntese de pesquisa, enfoca o reconhecimento de morfologias, morfocronogêneses e morfodinâmicas do relevo e ou impactos ambientais urbanos na bacia em questão.

O mapeamento geomorfológico da bacia hidrográfica do arroio Feijó é representado na Figura 123 (A; B; C; D; E).

MAPA GEOMORFOLÓGICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO FEIJÓ/ RS (Quadrante A)

Morfo cronogêneses			FORMAS DE RELEVO	UNIDADES DE VERTENTES	Variáveis morfométricas			Solos		FORMAS DE PROCESSOS ATUAIS
EON	ERA	Época/ Período			Faixa de altitudes	Faixa de declividades predominantes	Extensão mediana das vertentes	Unidades de mapeamentos/ Inclusões	Profundidade/ Drenagem/ Erodibilidade laminar	
FANEROZOICO	CENÓZOICO	Quaternário / Pleistoceno	Planície fluvial	-PI- Superfície suavemente inclinada em direção ao talvegue de curso fluvial perene.	< 20m	< 02%	166m	ASSOCIAÇÃO DE PLANOSOLOS / GLEISSOLOS / ARGISSOLOS	Profundos/ Imperfeitamente a muito mal drenados/ Nula	- Áreas úmidas (banhados); - Assoreamentos fluviais; - Aterros; - Bancos e ou barras de depósitos flúvio-tecnogênicos; - Cones de dejeção tecnogênicos e ou leques pluviais; - Solapamentos de taludes de margens fluviais; - Supressões de cursos fluviais intermitentes; - Retificações de cursos fluviais perenes; - Valas de drenagem, canalizações pluviais e cloacais;
			Depressão em anfiteatro	- Hca; Hcp; Hcs -	15 - 65m	02 - 05%	39m			
			Terraço fluvial do Gravataí	-PI- Superfície suavemente inclinada, maraca por rupturas de alcives e declives, em direção ao talvegue do rio Gravataí	< 10m	< 02%	754m			
			Rampa elúvio-coluvional (gravitacional, de enxurrada)	- Rt - Superfície suavemente inclinada, marcada por rupturas de alcives e declives.	10 - 30m	02 - 05%	126m			
PROTEROZOICO	PROTEROZOICO		Morrote elúvio-granítico Saint Hilaire	- Tpl; Tcv; Cv; Rt; Cc -	10 - 100m	10 - 20%	Comprimento médio de rampa 307m	Associação de ARGISSOLOS com CAMBISSOLOS/ NEOSSOLOS	Rasos a profundos/ Bem drenados a impermeitamente drenados/ Moderada a muito alta	- Aterros; - Bad-lands (áreas voçorocadas); - Degraus de cortes; - Cones de dejeção tecnogênicos e ou leques pluviais; - Dutos (pipes); - Formas de erosões lineares; - Rupturas de declives; - Rupturas de taludes de aterros e cortes; - Mobilização de horizonte superficial do solo (erosão laminar); - Superfícies planas de aterros; - Superfícies planas de cortes; - Taludes de aterros e de cortes;
			Colina elúvio-granítica Lomba do Sabão	- Tcv; Cv; Rt; Cc -	10 - 40m	05 - 10%	323m	ARGISSOLOS/ PLANOSSOLOS e GLEISSOLOS	Profundos/ Bem drenados/ Baixa à moderada	

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR

Origem da Quilometragem UTM

"Equador e Meridiano 51° W Gr."

acrescidas as consntantes

10.000 km e 500 km, respectivamente.

DATUM VERTICAL: Marégrafo de Torres - RS

FIGURA 123 (A). MAPA GEOMORFOLÓGICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO FEIJÓ/ RS

Quadrante da área representanda no contexto da bacia hidrográfica do arroio Feijó/ RS

IMPACTOS AMBIENTAIS URBANOS			MORFODINÂMICAS DO RELEVO		
PADRÃO DE FORMAÇÃO SEMIELHANTES	P	- Resultante do escoamento superficial adjacente, das baixas declividades e das baixas infiltrações da superfície, pela ocorrência de coberturas edificadas e pela predominância de PLANOSSOLOS e GLEISSOLOS, solos imperfeitamente a muito mal drenados; sucedem-se áreas de acumulação d'água, sujeitas a alagamentos; - Observam-se iniciativas, individuais ou de gestão pública, que vão da implantação de aterros a mudanças na rede de drenagem: Os aterros alteram declividades e o nível altimétrico da superfície e, em geral, elevando-a acima do nível natural das inundações, modificam fluxos hídricos pela construção de valas para drenagem de águas acumuladas. Também reorientam fluxos hídricos as redes de canalizações pluviais e cloacais, que em muitos casos interligadas; As mudanças na rede de drenagem ocorrem mediante as supressões de cursos fluviais intermitentes e pelas retificações de cursos fluviais perenes; - Retificações fluviais promovem aumento da velocidade da corrente e amenizam momentaneamente e localmente os problemas relativos às inundações, porém, intensificam processos erosivos e favorecem o assoreamento dos canais fluviais em seções a jusantes às intervenções estruturais hidráulicas; Os processos erosivos são mais intensos junto às margens dos canais fluviais, localizadas a montante e a jusante, próximas às intervenções estruturais hidráulicas. O aumento na velocidade da água, sobretudo em dias de chuvas de médias e ou altas intensidades, solapa as margens côncavas dos canais fluviais, especialmente das que desprovidas de vegetação ciliar e ocupadas por domicílios em situação irregular; - O transporte sedimentar é verificado pelas colorações d'águas fluviais, bruno-avermelhadas, especialmente após chuvas de média e alta intensidade. - No cessar pluviométrico se sucedem, como que de modo imediato, expressivas reduções dos volumes e das velocidades das correntes d'água; reduções nas capacidades e competências dos canais fluviais, no transporte de sedimentos e materiais outros; estes se depositam nos leitos dos cursos d'água formando bancos e ou barras de depósitos fluviais, sobretudo a jusante às obras de retificações; - Os depósitos fluviais compreendem de sedimentos finos a materiais grosseiros (depósitos flúvio-tecnogênicos), intensificando assoreamentos; - Registros indicam alterações permanentes das dimensões dos leitos fluviais, com incorporações de segmentos de vertentes, outrora marginais, ao fluxo flúvio-hidráulico; - Transbordamentos fluviais, dadas transformações hidrogeomorfológicas na bacia, sucedem-se com maiores recorrências temporais e amplitudes espaciais. Os transbordamentos repercutem em periódicas inundações urbanas; - O caráter emergencial das inundações urbanas, pois centenas de domicílios são atingidos pelas mesmas, exige, pelas morfodinâmicas do relevo evidenciadas, contínuas retificações dos cursos fluviais.	MORROS	/ MORROS	- Durante as atividades de loteamento, pela eliminação da cobertura vegetal e pelo revolvimento do solo, acentuam-se processos de salpicamento e de selamento superficial do mesmo; - Há redução da permeabilidade do solo a partir dos usos urbanos que sobre ele se instituem; - As transformações nos usos e coberturas do solo reorientam a circulação hídrica pluvial nos diferentes segmentos de vertentes; - Os lotes, em geral, apresentam pequenas dimensões, estruturando-se conjuntamente enquanto loteamentos de expressiva densidade de coberturas edificadas, o que reduz drasticamente o processo de infiltração d'água pluvial nos solos, intensificando, também de modo drástico, o escoamento superficial das águas pluviais; - O escoamento superficial nas vertentes urbanizadas é reorientado por uma rede pluvial que, na maioria dos casos, interligada a rede de esgotos, em sentido aos canais fluviais adjacentes; - Os escoamentos pluviais e cloacais também ocorrem a "céu aberto"; - Identificam-se superfícies planas criadas pela ocupação urbana. Muitas dessas superfícies planas se estruturam pela remoção da vegetação original, pela realização de cortes no terreno e pelo desenvolvimento de rampas de aterro. Os cortes instituem taludes das mais diferentes dimensões; alguns taludes favorecem o desenvolvimento de processos erosivos, outros, por sua vez, desamparados de infra-estruturas de sustentação, colocam em teste a estabilidade gravitacional do material da encosta e geram situações de risco; - Identificam-se áreas de loteamentos abandonados. Nesses casos, as atividades de loteamento não foram além da abertura de arruamentos, da delimitação de quadras e da remoção da cobertura vegetal, expondo o solo diretamente aos elementos climáticos e variáveis meteorológicas; acentuam-se, nessas áreas, processos de salpicamento e de selamento superficial do solo - Sobre as vertentes do relevo da bacia do Feijó também estão documentadas queimadas, as quais, por seus resultados, também corroboram ao desenvolvimento de processos erosivos; - Sobre arruamentos de precárias condições infra-estruturais, quando estes acompanham os declives das vertentes, observam-se formas expressivas de processos erosivos lineares, sulcos, ravinas e ou voçorocas; - No interior de algumas voçorocas ocorrem dutos; Feições erosivas lineares indicam conexões dos dutos, além dos escoamentos subsuperficiais, também aos escoamentos superficiais concentrados, os quais nitidamente orientados por cortes adjacentes e solos expostos compactados, resultantes da abertura de arruamentos; - Observa-se ocupação urbana das vertentes adjacentes aos hollows; muitas das quais, visivelmente APPs.; - Os processos erosivos que se desenvolvem a partir da ocupação antrópica, mobilizam significativa quantidade de material sedimentar das vertentes; As jusantes dos processos erosivos lineares se observam depósitos sedimentares carregados das vertentes adjacentes; Assentados sobre superfícies mais planas, esses depósitos são retrabalhados a cada evento pluviométrico de expressivo índice.

Bases cartográficas:
GERM (Grupo Executivo da Região Metropolitana);
Aerolevantamento de 051-Fx24B-1:8-1720 até 1723 e de 051-Fx25B-1:8-1808 até 1811; 1/8.000; 1973.
Folhas Porto Alegre (2987.2. C, D, H, I, J) e São Leopoldo (2970.4.Y); 1/10.000; 1972.
JUNGBLUT, M. Mapa pedológico da bacia hidrográfica do rio Gravataí/ RS – Folha Porto Alegre, 1/50.000, 1993.
MENEGAT, R. et. al.. Mapa Geológico. 1/100.000, 1998.
METROPLAM. Atualização de dados cadastrais 1/10.000 (arruamentos, lotes urbanos e cursos fluviais retificados) 2001.

Elaboração: Moisés Ortemar Rehbein (julho de 2011)

PROJEÇÃO UNIVERSAL
TRANSVERSA DE MERCATOR
Origem da Quilometragem UTM
"Equador e Meridiano 51° W Gr."
acrescidas as constantes
10.000 km e 500 km,
respectivamente.
DATUM VERTICAL:
Marégrafo de Torres - RS

0 250 500 1.000
Metros

Morfocronogêneses			FORMAS DE RELEVO	UNIDADES DE VERTENTES	Variáveis morfométricas			Solos		FORMAS DE PROCESSOS ATUAIS
EON	ERA	Época/ Período			Faixa de altitudes	Faixa de declividades predominantes	Extensão mediana das vertentes	Unidades de mapeamentos/ Inclusões	Profundidade/ Drenagem/ Erodibilidade laminar	
FANEROZOICO	CENOZOICA	Quaternário / Pleistoceno	Planície fluvial	-Pi- Superfície suavemente inclinada em direção ao talvegue de curso fluvial perene.	10 - 40m	< 02%	166m	Associação de solos: ASSOLÇÃOS LIGANDADOS / ARGISSOLOS / LOSSOLOS	Profundos/ Imperfeitamente a muito mal drenados/ Nula	- Áreas úmidas (banhados); - Assoreamentos fluviais; - Aterros; - Bancos e ou barras de depósitos flúvio-tecnogênicos; - Cones de dejeção tecnogênicos e ou leques pluviais; - Solapamentos de taludes de margens fluviais; - Supressões de cursos fluviais intermitentes; - Retificações de cursos fluviais perenes; - Valas de drenagem, canalizações pluviais e cloacais;
			Planície alveolar	-Cc- Superfície suavemente inclinada em direção ao talvegue de curso fluvial intermitente.	15 - 205m	02 - 05%	63m			
			Depressão em anfiteatro	- Hca; Hcp; Hcs -	20 - 300m	02 - 05%	39m			
			Rampa elúvio-coluvional (gravitacional, de enxurrada)	- Rt - Superfície suavemente inclinada, marcada por rupturas de aclives e declives.	45 - 65m	02 - 05%	126m			
PROTEROZOICO		NEOPROTEROZOICO	Morrote elúvio-colúvial granítico Santana	-Tcv; Cv; Rt; Cc -	45 - 100m	05 - 20%	Comprimento médio de rampa	ARGISSOLOS/ PLANOSSOLOS e GLEISSOLOS	Profundos/ Bem drenados/ Baixa a moderada	- Aterros; - Bad-lands (áreas voçorocadas); - Degraus de cortes; - Cones de dejeção tecnogênicos e ou leques pluviais; - Dutos (pipes); - Formas de erosões lineares: sulcos, ravinas e voçorocas; - Rupturas de declives; - Rupturas de taludes de aterros e cortes; - Mobilização de horizonte superficial do solo (erosão laminar); - Superfícies planas de aterros; - Superfícies planas de cortes; - Taludes de aterros; - Taludes de cortes;
			118m							
			Morro granítico Santana	-Tcv; Cv; Rt; Cc -	50 - 311m	20 - 30%	495m	Associação NEOSSOLOS/ CAMBISSOLOS/ ARGISSOLOS; Afloramentos de rochas	Até pouco profundos/ Até fortemente drenados/ Alta a muito alta	
			Morrote elúvio-granítico Santana	- Tpl; Tcv; Cv; Rt; Cc -	25 - 74m	05 - 20%	254m	Associação de ARGISSOLOS com CAMBISSOLOS/ NEOSSOLOS	Rasos a profundos/ Bem drenados a imperfeitamente drenados/ Moderada a muito alta	
			Morrote elúvio-granítico Saint Hilaire	- Tpl; Tcv; Cv; Rt; Cc -	15 - 63m	10 - 20%	307m			
			Morrote elúvio granodiorítico Lomba do Sabão	- Tpl; Tcv; Cv; Rt; Cc -	30 - 83m	10 - 20%	305m			
Colina elúvio-granítica Lomba do Sabão	-Tcv; Cv; Rt; Cc -	15 - 47m	05 - 10%	323m	ARGISSOLOS/ PLANOSSOLOS e GLEISSOLOS	Profundos/ Bem drenados/ Baixa a moderada				

Unidades de vertentes & Perfis Esquemáticos

- Cc - Planície	- Hca - Hollow	- Hcp - Hollow	- Hcs - Hollow	- Rt - Rampa	- Tpl - Topo	- Tcv - Topo	- Cv - vertente	- Rt - vertente	- Cc - vertente
Alveolar	côncavo articulado	côncavo plano	côncavo suspenso	retilínea	plano	convexo	convexa	retilínea	côncava

IMPACTOS AMBIENTAIS URBANOS E MORFODINÂMICAS DO RELEVO

IMPACTOS AMBIENTAIS URBANOS		MORFODINÂMICAS DO RELEVO	
PADRÃO DE FORTIFICAÇÃO DE LOTES	- Resultante do escoamento superficial adjacente, das baixas declividades e das baixas infiltrações da superfície, pela ocorrência de coberturas edificadas e pela predominância de PLANOSSOLOS e GLEISSOLOS, solos imperfeitamente a muito mal drenados; sucedem-se áreas de acumulação d'água, sujeitas a alagamentos; - Observam-se iniciativas, individuais ou de gestão pública, que vão da implantação de aterros a mudanças na rede de drenagem: Os aterros alteram declividades e o nível altimétrico da superfície e, em geral, elevando-a acima do nível natural das inundações, modificam fluxos hídricos pela construção de valas para drenagem de águas acumuladas. Também reorientam fluxos hídricos as redes de canalizações pluviais e cloacais, que em muitos casos interligadas; As mudanças na rede de drenagem ocorrem mediante as supressões de cursos fluviais intermitentes e pelas retificações de cursos fluviais perenes; - Retificações fluviais promovem aumento da velocidade da corrente e amenizam momentaneamente e localmente os problemas relativos às inundações, porém, intensificam processos erosivos e favorecem o assoreamento dos canais fluviais em seções a jusantes às intervenções estruturais hidráulicas; Os processos erosivos são mais intensos junto às margens dos canais fluviais, localizadas a montante e a jusante, próximas às intervenções estruturais hidráulicas. O aumento na velocidade da água, sobretudo em dias de chuvas de médias e ou altas intensidades, solapa as margens côncavas dos canais fluviais, especialmente das que desprovidas de vegetação ciliar e ocupadas por domicílios em situação irregular; - O transporte sedimentar é verificado pelas colorações d'águas fluviais, bruno-avermelhadas, especialmente após chuvas de média e alta intensidade. - No cessar pluviométrico se sucedem, como que de modo imediato, expressivas reduções dos volumes e das velocidades das correntes d'água; reduções nas capacidades e competências dos canais fluviais, no transporte de sedimentos e materiais outros; estes se depositam nos leitos dos cursos d'água formando bancos e ou barras de depósitos fluviais, sobretudo a jusante às obras de retificações; - Os depósitos fluviais compreendem de sedimentos finos a materiais grosseiros (depósitos flúvio-tecnogênicos), intensificando assoreamentos; - Registros indicam alterações permanentes das dimensões dos leitos fluviais, com incorporações de segmentos de vertentes, outrora marginais, ao fluxo flúvio-hidráulico; - Transbordamentos fluviais, dadas transformações hidrogeomorfológicas na bacia, sucedem-se com maiores recorrências temporais e amplitudes espaciais. Os transbordamentos repercutem em periódicas inundações urbanas; - O caráter emergencial das inundações urbanas, pois centenas de domicílios são atingidos pelas mesmas, exige, pelas morfodinâmicas do relevo evidenciadas, contínuas retificações dos cursos fluviais.	- Durante as atividades de loteamento, pela eliminação da cobertura vegetal e pelo revolvimento do solo, acentuam-se processos de salpicamento e de selamento superficial do mesmo; - Há redução da permeabilidade do solo a partir dos usos urbanos que sobre ele se instituem; - As transformações nos usos e coberturas do solo reorientam a circulação hídrica pluvial nos diferentes segmentos de vertentes; - Os lotes, em geral, apresentam pequenas dimensões, estruturando-se conjuntamente enquanto loteamentos de expressiva densidade de coberturas edificadas, o que reduz drasticamente o processo de infiltração d'água pluvial nos solos, intensificando, também de modo drástico, o escoamento superficial das águas pluviais; - O escoamento superficial nas vertentes urbanizadas é reorientado por uma rede pluvial que, na maioria dos casos, interligada a rede de esgotos, em sentido aos canais fluviais adjacentes; - Os escoamentos pluviais e cloacais também ocorrem a "céu aberto"; - Identificam-se superfícies planas criadas pela ocupação urbana. Muitas dessas superfícies planas se estruturam pela remoção da vegetação original, pela realização de cortes no terreno e pelo desenvolvimento de rampas de aterro. Os cortes instituem taludes das mais diferentes dimensões; alguns taludes favorecem o desenvolvimento de processos erosivos, outros, por sua vez, desamparados de infra-estruturas de sustentação, colocam em teste a estabilidade gravitacional do material da encosta e geram situações de risco; - Identificam-se áreas de loteamentos abandonados. Nesses casos, as atividades de loteamento não foram além da abertura de arruamentos, da delimitação de quadras e da remoção da cobertura vegetal, expondo o solo diretamente aos elementos climáticos e variáveis meteorológicas; acentuam-se, nessas áreas, processos de salpicamento e de selamento superficial do solo; - Sobre as vertentes do relevo da bacia do Feijó também estão documentadas queimadas, as quais, por seus resultados, também corroboram ao desenvolvimento de processos erosivos; - Sobre arruamentos de precárias condições infra-estruturais, quando estes acompanham os declives das vertentes, observam-se formas expressivas de processos erosivos lineares, sulcos, ravinas e ou voçorocas; - No interior de algumas voçorocas ocorrem dutos; Feições erosivas lineares indicam conexões dos dutos, além dos escoamentos subsuperficiais, também aos escoamentos superficiais concentrados, os quais nitidamente orientados por cortes adjacentes e solos expostos compactados, resultantes da abertura de arruamentos; - Observa-se ocupação urbana das vertentes adjacentes aos hollows; muitas das quais, visivelmente APPs.; - Os processos erosivos que se desenvolvem a partir da ocupação antrópica, mobilizam significativa quantidade de material sedimentar das vertentes; As jusantes dos processos erosivos lineares se observam depósitos sedimentares carreados das vertentes adjacentes; Assentados sobre superfícies mais planas, esses depósitos são retrabalhados a cada evento pluviométrico de expressivo índice.	

Quadrante da área representada no contexto
da bacia hidrográfica do arroio Feijó/ RS

Bases cartográficas:
GERM (Grupo Executivo da Região Metropolitana);
Aerolevantamento de 051-Fx24B-1:8-1720 até 1723
e de 051-Fx25B-1:8-1808 até 1811; 1/8.000; 1973.
_____. Folhas Porto Alegre (2987.2. C, D, H, I, J) e
São Leopoldo (2970.4.Y); 1/10.000; 1972.
JUNGBLUT, M. Mapa pedológico da bacia hidrográfica do
rio Gravataí/ RS – Folha Porto Alegre, 1/50.000, 1993.
MENEGAT, R. et. al.. Mapa Geológico: 1/100.000, 1998.
METROPOLAM. Atualização de base cadastral, 2001. 1/10.000
(arruamentos, lotes urbanos e cursos fluviais retificados).

Elaboração: Moisés Ortemar Rehbein (julho de 2011)

MAPA GEOMORFOLÓGICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO FEIJÓ/ RS (Quadrante C)

Morfoconogêneses	E O N	E R A	Época/ Período	F O R M A S D E R E L E V O	U N I D A D E S D E V E R T E N T E S	Variáveis morfométricas			S o l o s		F O R M A S D E P R O C E S S O S A T U A I S
						Faixa de altitudes	Faixa de declividades predominantes	Extensão mediana das vertentes	Unidades de mapeamentos/ Inclusões	Profundidade/ Drenagem/ Erodibilidade laminar	
F A N E R O Z O I C O	C E N O Z O I C A	P l e i s t o c e n o / Q u a t e r n á r i o		Planície fluvial	-PI- Superfície suavemente inclinada em direção ao talvegue de curso fluvial perene.	15 - 40m	< 02%	166m	A s s o c i a ç ã o P L A N O S S O L O S / C A M B I S S O L O S / N E O S S O L O S	Profundos/ Imperfeitamente a muito mal drenados/ Nula	- Áreas úmidas (banhados); - Assoreamentos fluviais; - Aterros; - Bancos e ou barras de depósitos flúvio-tecnogênicos; - Cones de dejeção tecnogênicos e ou leques pluviais; - Solapamentos de taludes de margens fluviais; - Supressões de cursos fluviais intermitentes; - Retificações de cursos fluviais perenes; - Valas de drenagem, canalizações pluviais e cloacais;
				Planície alveolar	-Cc- Superfície suavemente inclinada em direção ao talvegue de curso fluvial intermitente.	20 - 55m	02 - 05%	63m			
				Depressão em anfiteatro	- Hca; Hcp; Hcs -	20 - 70m	02 - 05%	39m			
				Rampa elúvio-coluvional (gravitacional, de enxurrada)	- Rt - Superfície suavemente inclinada, marcada por rupturas de aclives e declives.	25 - 30m	02 - 05%	126m			
P R O T E R O Z O I C O	N E O P R O T E R O Z O I C O			Morrote elúvio-granítico Saint Hilaire	- Tpl; Tcv; Cv; Rt; Cc -	20 - 94m	10 - 20%	Comprimento médio de rampa 307m	Associação de ARGISSOLOS com CAMBISSOLOS/ NEOSSOLOS	Rasos a profundos/ Bem drenados a imperfeitamente drenados/ Moderada a muito alta	- Aterros; - Bad-lands (áreas voçorocadas); - Degraus de cortes; - Cones de dejeção tecnogênicos e ou leques pluviais; - Dutos (pipes); - Formas de erosões lineares: sulcos, ravinas e voçorocas; - Rupturas de declives; - Rupturas de taludes de aterros e cortes; - Mobilização de horizonte superficial do solo (erosão laminar); - Superfícies planas de aterros; - Superfícies planas de cortes; - Taludes de aterros; - Taludes de cortes;
				Morrote elúvio-granítico Indpendência	- Tcv; Cv; Rt; Cc -	35 - 83m	10 - 20%	215m	ARGISSOLOS/ PLANOSSOLOS	Profundos/ Bem drenados/	
				Morrote elúvio-granítico Feijó	- Tcv; Cv; Rt; Cc -	30 - 104m	10 - 20%	231m	e GLEISSOLOS	Baixa à moderada	
				Morrote elúvio granodiorítico Lomba do Sabão	- Tpl; Tcv; Cv; Rt; Cc -	30 - 73m	10 - 20%	323m	Associação ARGISSOLOS; CAMBISSOLOS/ NEOSSOLOS	Rasos a profundos/ Bem drenados a imperf. drenados/ Moderada-muito alta	

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
Origem da Quilometragem UTM
"Equador e Meridiano 51° W Gr."
acrescidas as consntantes
10.000 km e 500 km, respectivamente.
DATUM VERTICAL: Marégrafo de Torres - RS

FIGURA 123 (C).
MAPA GEOMORFOLÓGICO DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO ARROIO FEIJÓ/ RS

Quadrante da área representanda no contexto
da bacia hidrográfica do arroio Feijó/ RS

IMPACTOS AMBIENTAIS URBANOS

P A D R ã O D E F O R M A S S E M E L H A N T E S

- Resultante do escoamento superficial adjacente, das baixas declividades e das baixas infiltrações da superfície, pela ocorrência de coberturas edificadas e pela predominância de PLANOSSOLOS e GLEISSOLOS, solos imperfeitamente a muito mal drenados; sucedem-se áreas de acumulação d'água, sujeitas a alagamentos;

- Observam-se iniciativas, individuais ou de gestão pública, que vão da implantação de aterros a mudanças na rede de drenagem: Os aterros alteram declividades e o nível altimétrico da superfície e, em geral, elevando-a acima do nível natural das inundações, modificam fluxos hídricos pela construção de valas para drenagem de águas acumuladas. Também reorientam fluxos hídricos as redes de canalizações pluviais e cloacais, que em muitos casos interligadas;

As mudanças na rede de drenagem ocorrem mediante as supressões de cursos fluviais intermitentes e pelas retificações de cursos fluviais perenes;

- Retificações fluviais promovem aumento da velocidade da corrente e amenizam momentaneamente e localmente os problemas relativos às inundações, porém, intensificam processos erosivos e favorecem o assoreamento dos canais fluviais em seções a jusantes às intervenções estruturais hidráulicas; Os processos erosivos são mais intensos junto às margens dos canais fluviais, localizadas a montante e a jusante, próximas às intervenções estruturais hidráulicas. O aumento na velocidade da água, sobretudo em dias de chuvas de médias e ou altas intensidades, solapa as margens côncavas dos canais fluviais, especialmente das que desprovidas de vegetação ciliar e ocupadas por domicílios em situação irregular;

- O transporte sedimentar é verificado pelas colorações d'águas fluviais, bruno-avermelhadas, especialmente após chuvas de média e alta intensidade.

- No cessar pluviométrico se sucedem, como que de modo imediato, expressivas reduções dos volumes e das velocidades das correntes d'água; reduções nas capacidades e competências dos canais fluviais, no transporte de sedimentos e materiais outros; estes se depositam nos leitos dos cursos d'água formando bancos e ou barras de depósitos fluviais, sobretudo a jusante às obras de retificações;

- Os depósitos fluviais compreendem de sedimentos finos a materiais grosseiros (depósitos flúvio-tecnogênicos), intensificando assoreamentos;

- Registros indicam alterações permanentes das dimensões dos leitos fluviais, com incorporações de segmentos de vertentes, outrora marginais, ao fluxo flúvio-hidráulico;

- Transbordamentos fluviais, dadas transformações hidrogeomorfológicas na bacia, sucedem-se com maiores recorrências temporais e amplitudes espaciais. Os transbordamentos repercutem em periódicas inundações urbanas;

- O caráter emergencial das inundações urbanas, pois centenas de domicílios são atingidos pelas mesmas, exige, pelas morfodinâmicas do relevo evidenciadas, contínuas retificações dos cursos fluviais.

E M O R F O D I N Â M I C A S D O R E L E V O

M O R F O R O T E S / M O R F O T E S / C O L I N A S

- Durante as atividades de loteamento, pela eliminação da cobertura vegetal e pelo revolvimento do solo, acentuam-se processos de salpicamento e de selamento superficial do mesmo;

- Há redução da permeabilidade do solo a partir dos usos urbanos que sobre ele se instituem;

- As transformações nos usos e coberturas do solo reorientam a circulação hídrica pluvial nos diferentes segmentos de vertentes;

- Os lotes, em geral, apresentam pequenas dimensões, estruturando-se conjuntamente enquanto loteamentos de expressiva densidade de coberturas edificadas, o que reduz drasticamente o processo de infiltração d'água pluvial nos solos, intensificando, também de modo drástico, o escoamento superficial das águas pluviais;

- O escoamento superficial nas vertentes urbanizadas é reorientado por uma rede pluvial que, na maioria dos casos, interligada a rede de esgotos, em sentido aos canais fluviais adjacentes;

- Os escoamentos pluviais e cloacais também ocorrem a "céu aberto";

- Identificam-se superfícies planas criadas pela ocupação urbana. Muitas dessas superfícies planas se estruturam pela remoção da vegetação original, pela realização de cortes no terreno e pelo desenvolvimento de rampas de aterro. Os cortes instituem taludes das mais diferentes dimensões; alguns taludes favorecem o desenvolvimento de processos erosivos, outros, por sua vez, desamparados de infra-estruturas de sustentação, colocam em teste a estabilidade gravitacional do material da encosta e geram situações de risco;

- Identificam-se áreas de loteamentos abandonados. Nesses casos, as atividades de loteamento não foram além da abertura de arruamentos, da delimitação de quadras e da remoção da cobertura vegetal, expondo o solo diretamente aos elementos climáticos e variáveis meteorológicas; acentuam-se, nessas áreas, processos de salpicamento e de selamento superficial do solo

- Sobre as vertentes do relevo da bacia do Feijó também estão documentadas queimadas, as quais, por seus resultados, também corroboram ao desenvolvimento de processos erosivos;

- Sobre arruamentos de precárias condições infra-estruturais, quando estes acompanham os declives das vertentes, observam-se formas expressivas de processos erosivos lineares, sulcos, ravinas e ou voçorocas;

- No interior de algumas voçorocas ocorrem dutos; Feições erosivas lineares indicam conexões dos dutos, além dos escoamentos subsuperficiais, também aos escoamentos superficiais concentrados, os quais nitidamente orientados por cortes adjacentes e solos expostos compactados, resultantes da abertura de arruamentos;

- Observa-se ocupação urbana das vertentes adjacentes aos hollows; muitas das quais, visivelmente APPs.;

- Os processos erosivos que se desenvolvem a partir da ocupação antrópica, mobilizam significativa quantidade de material sedimentar das vertentes; As jusantes dos processos erosivos lineares se observam depósitos sedimentares carregados das vertentes adjacentes; Assentados sobre superfícies mais planas, esses depósitos são retrabalhados a cada evento pluviométrico de expressivo índice.

Bases cartográficas:
GERM (Grupo Executivo da Região Metropolitana);
Aerolevantamento de 051-Fx24B-1:8-1720 até 1723
e de 051-Fx25B-1:8-1808 até 1811; 1/8.000; 1973.
_____. Folhas Porto Alegre (2987.2. C, D, H, I, J) e
São Leopoldo (2970.4.Y); 1/10.000; 1972.
JUNGBLUT, M. Mapa pedológico da bacia hidrográfica do
rio Gravataí/ RS – Folha Porto Alegre, 1/50.000, 1993.
MENEGAT, R. et. al.. Mapa Geológico. 1/100.000, 1998.
METROPLAM. Atualização de base cadastral, 2001. 1/10.000
(arruamentos, lotes urbanos e cursos fluviais retificados)

Elaboração: Moisés Ortemar Rehbein (julho de 2011)

 

- Geological Units:** Labeled with abbreviations such as Cv (Canga Velha), Cc (Canga Nova), Hcs (Hortênsia), Tcv (Terra Vermelha), Rt (Rocha Terciária), Tpl (Terra Preta), and Hca (Hortênsia).
- Topography:** Contour lines indicating elevation, with labels like 89, 92, 96, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 849, 850, 851, 852, 853, 854, 855, 856, 857, 858, 859, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 868, 869,

Morfocronogêneses				FORMAS DE RELEVÔ	UNIDADES DE VERTENTES	Variáveis morfométricas			S o l o s			FORMAS DE PROCESSOS ATUAIS
E O N	E R A	Época/ Período				Faixa de altitudes	Faixa de declividades predominantes	Extensão mediana das vertentes	Unidades de mapeamentos/ Inclusões		Profundidade/ Drenagem/ Erodibilidade laminar	
F A N E R O Z Ó I C O	C E N O Z Ó I C A	P l e i s t o c e n o	Q u a t e r n á r i o		Planície alveolar	-Cc- Superfície suavemente inclinada em direção ao talvegue de curso fluvial intermitente.	45 - 105m	02 - 05%	34m	A s s o c i a ç ã o P L A N E I S S O L O S / A R G I S S O L O S	Profundos/ Imperfeitamente a muito mal drenados/ Nula	- Áreas úmidas (banhados); - Assoreamentos fluviais; - Aterros; - Bancos e ou barras de depósitos flúvio-tecnogênicos; - Cones de dejeção tecnogênicos e ou leques pluviais; - Solapamentos de taludes de margens fluviais; - Supressões de cursos fluviais intermitentes; - Retificações de cursos fluviais perenes; - Valas de drenagem, canalizações pluviais e cloacais;
					Depressão em anfiteatro	- Hca; Hcp; Hcs -	45 - 280m	02 - 05%	26m			
					Rampa elúvio-coluvional (gravitacional, de enxurrada)	- Rt - Superfície suavemente inclinada, marcada por rupturas de aclives e declives.	55 - 65m	02 - 05%	97m			
P R O T E R O Z Ó I C O	N E O P R O T E R O Z Ó I C O				Morro granítico Santana	- Tcv; Cv; Rt; Cc -	65 - 285m	15 - 30%	Comprimento médio de rampa	Associação NEOSSOLOS; CAMBISSOLOS/ ARGISSOLOS; Afloramentos de rochas	Rasos a pouco profundos/ Fortemente a imperfeitamente drenados/ Alta a muito alta	- Aterros; - Bad-lands (áreas voçorocadas); - Degraus de cortes; - Cones de dejeção tecnogênicos e ou leques pluviais; - Dutos (pipes); - Formas de erosões lineares: sulcos, ravinas e voçorocas; - Rupturas de declives; - Rupturas de taludes de aterros e cortes; - Mobilização de horizonte superficial do solo (erosão laminar); - Superfícies planas de aterros; - Superfícies planas de cortes; - Taludes de aterros; - Taludes de cortes;
					Morrote elúvio-granítico Saint Hilaire	- Tpl; Tcv; Cv; Rt; Cc -	50 - 130m	05 - 20%	202m			
					Morrote elúvio granodiorítico Lomba do Sabão	- Tpl; Tcv; Cv; Rt; Cc -	45 - 98m	05 - 20%	283m			

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 Origem da Quilometragem UTM
 "Equador e Meridiano 51° W Gr."
 acrescidas as consntantes
 10.000 km e 500 km, respectivamente.
 DATUM VERTICAL: Marégrafo de Torres - RS

FIGURA 123 (D).
MAPA GEOMORFOLÓGICO DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO ARROIO FEIJÓ/ RS

Quadrante da área representanda no contexto da bacia hidrográfica do arroio Feijó/ RS

Bases cartográficas:
GERM (Grupo Executivo da Região Metropolitana);
Aerolevantamento de 051-Fx24B-1:8-1720 até 1723
e de 051-Fx25B-1:8-1808 até 1811; 1/8.000; 1973.
_____. Folhas Porto Alegre (2987.2. C, D, H, I, J) e
São Leopoldo (2970.4.Y); 1/10.000; 1972.
JUNGBLUT, M. Mapa pedológico da bacia hidrográfica do
rio Gravataí/ RS – Folha Porto Alegre, 1/50.000, 1993.
MENEGAT, R. et. al.. Mapa Geológico. 1/100.000, 1998.
METROPLAM. Atualização de base cadastral, 2001. 1/10.000
(arruamentos, lotes urbanos e cursos fluviais retificados)

Elaboração: Moisés Ortemar Rehbein (julho de 2011)

IMPACTOS AMBIENTAIS URBANOS		E MORFODINÂMICAS DO RELEVO	
PADRÃO DE PLANEJAMENTO DESENVOLVIDO PARA A ZONA URBANA	- Resultante do escoamento superficial adjacente, das baixas declividades e das baixas infiltrações da superfície, pela ocorrência de coberturas edificadas e pela predominância de PLANOSSOLOS e GLEISSOLOS, solos imperfeitamente a muito mal drenados; sucedem-se áreas de acumulação d'água, sujeitas a alagamentos; - Observam-se iniciativas, individuais ou de gestão pública, que vão da implantação de aterros a mudanças na rede de drenagem: Os aterros alteram declividades e o nível altimétrico da superfície e, em geral, elevando-a acima do nível natural das inundações, modificam fluxos hídricos pela construção de valas para drenagem de águas acumuladas. Também reorientam fluxos hídricos as redes de canalizações pluviais e cloacais, que em muitos casos interligadas; As mudanças na rede de drenagem ocorrem mediante as supressões de cursos fluviais intermitentes e pelas retificações de cursos fluviais perenes; - Retificações fluviais promovem aumento da velocidade da corrente e amenizam momentaneamente e localmente os problemas relativos às inundações, porém, intensificam processos erosivos e favorecem o assoreamento dos canais fluviais em seções a jusantes às intervenções estruturais hidráulicas; Os processos erosivos são mais intensos junto às margens dos canais fluviais, localizadas a montante e a jusante, próximas às intervenções estruturais hidráulicas. O aumento na velocidade da água, sobretudo em dias de chuvas de médias e ou altas intensidades, solapa as margens côncavas dos canais fluviais, especialmente das que desprovidas de vegetação ciliar e ocupadas por domicílios em situação irregular; - O transporte sedimentar é verificado pelas colorações d'águas fluviais, bruno-avermelhadas, especialmente após chuvas de média e alta intensidade. - No cessar pluviométrico se sucedem, como que de modo imediato, expressivas reduções dos volumes e das velocidades das correntes d'água; reduções nas capacidades e competências dos canais fluviais, no transporte de sedimentos e materiais outros; estes se depositam nos leitos dos cursos d'água formando bancos e ou barras de depósitos fluviais, sobretudo a jusante às obras de retificações; - Os depósitos fluviais compreendem de sedimentos finos a materiais grosseiros (depósitos flúvio-tecnogênicos), intensificando assoreamentos; - Registros indicam alterações permanentes das dimensões dos leitos fluviais, com incorporações de segmentos de vertentes, outrora marginais, ao fluxo flúvio-hidráulico; - Transbordamentos fluviais, dadas transformações hidrogeomorfológicas na bacia, sucedem-se com maiores recorrências temporais e amplitudes espaciais. Os transbordamentos repercutem em periódicas inundações urbanas; - O caráter emergencial das inundações urbanas, pois centenas de domicílios são atingidos pelas mesmas, exige, pelas morfodinâmicas do relevo evidenciadas, contínuas retificações dos cursos fluviais.	MORFOS - Durante as atividades de loteamento, pela eliminação da cobertura vegetal e pelo revolvimento do solo, acentuam-se processos de salpicamento e de selamento superficial do mesmo; - Há redução da permeabilidade do solo a partir dos usos urbanos que sobre ele se instituem; - As transformações nos usos e coberturas do solo reorientam a circulação hídrica pluvial nos diferentes segmentos de vertentes; - Os lotes, em geral, apresentam pequenas dimensões, estruturando-se conjuntamente enquanto loteamentos de expressiva densidade de coberturas edificadas, o que reduz drasticamente o processo de infiltração d'água pluvial nos solos, intensificando, também de modo drástico, o escoamento superficial das águas pluviais; - O escoamento superficial nas vertentes urbanizadas é reorientado por uma rede pluvial que, na maioria dos casos, interligada a rede de esgotos, em sentido aos canais fluviais adjacentes; - Os escoamentos pluviais e cloacais também ocorrem a "céu aberto"; MORROS - Identificam-se superfícies planas criadas pela ocupação urbana. Muitas dessas superfícies planas se estruturam pela remoção da vegetação original, pela realização de cortes no terreno e pelo desenvolvimento de rampas de aterro. Os cortes instituem taludes das mais diferentes dimensões; alguns taludes favorecem o desenvolvimento de processos erosivos, outros, por sua vez, desaparrados de infra-estruturas de sustentação, colocam em teste a estabilidade gravitacional do material da encosta e geram situações de risco; - Identificam-se áreas de loteamentos abandonados. Nesses casos, as atividades de loteamento não foram além da abertura de arruamentos, da delimitação de quadras e da remoção da cobertura vegetal, expondo o solo diretamente aos elementos climáticos e variáveis meteorológicas; acentuam-se, nessas áreas, processos de salpicamento e de selamento superficial do solo; / - Sobre as vertentes do relevo da bacia do Feijó também estão documentadas queimadas, as quais, por seus resultados, também corroboram ao desenvolvimento de processos erosivos; COLINAS - Sobre arruamentos de precárias condições infra-estruturais, quando estes acompanham os declives das vertentes, observam-se formas expressivas de processos erosivos lineares, sulcos, ravinas e ou voçorocas; - No interior de algumas voçorocas ocorrem dutos; Feições erosivas lineares indicam conexões dos dutos, além dos escoamentos subsuperficiais, também aos escoamentos superficiais concentrados, os quais nitidamente orientados por cortes adjacentes e solos expostos compactados, resultantes da abertura de arruamentos; - Observa-se ocupação urbana das vertentes adjacentes aos hollows; muitas das quais, visivelmente APPs.; - Os processos erosivos que se desenvolvem a partir da ocupação antrópica, mobilizam significativa quantidade de material sedimentar das vertentes; As jusantes dos processos erosivos lineares se observam depósitos sedimentares carregados das vertentes adjacentes; Assentados sobre superfícies mais planas, esses depósitos são retrabalhados a cada evento pluviométrico de expressivo índice.	

MAPA GEOMORFOLÓGICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO FEIJÓ/ RS (Quadrante E)

Morfocronogêneses			FORMAS DE RELEVO	UNIDADES DE VERTENTES	Variáveis morfométricas			Solos		FORMAS DE PROCESSOS ATUAIS
EON	ERA	Época/ Período			Faixa de altitudes	Faixa de declividades predominantes	Extensão mediana das vertentes	Unidades de mapeamentos/ Inclusões	Profundidade/ Drenagem/ Erodibilidade laminar	
FANEROZÓICO	CENOZÓICA	Quaternário / Pleistoceno	Planície fluvial	-PI- Superfície suavemente inclinada em direção ao talvegue de curso fluvial perene.	30 - 40m	< 02%	166m	ASSOCIAÇÃO DE PLANOSSOLOS / ARGISSOLOS	Profundos/ Imperfeitamente a muito mal drenados/ Nula	- Áreas úmidas (banhados); - Assoreamentos fluviais; - Aterros; - Bancos e ou barras de depósitos flúvio-tecnogênicos; - Cones de dejetção tecnogênicos e ou leques pluviais; - Solapamentos de taludes de margens fluviais; - Supressões de cursos fluviais intermitentes; - Retificações de cursos fluviais perenes; - Valas de drenagem, canalizações pluviais e cloacais;
			Planície alveolar	-Cc- Superfície suavemente inclinada em direção ao talvegue de curso fluvial intermitente.	40 - 80m	02 - 05%	63m			
			Depressão em anfiteatro	- Hca; Hcp; Hcs -	55 - 130m	02 - 05%	39m			
			Rampa elúvio-coluional (gravitacional, de enxurrada)	- Rt - Superfície suavemente inclinada, marcada por rupturas de aclives e declives.	55 - 65m	02 - 05%	126m			
PROTEROZÓICO	NEOPROTEROZÓICO		Morrote elúvio-granítico Saint Hilaire	- Tpl; Tcv; Cv; Rt; Cc -	40 - 134m	10 - 20%	Comprimento médio de rampa 307m	Associação de ARGISSOLOS com CAMBISSOLOS/ NEOSSOLOS	Rasos a profundos/ Bem drenados a imperfeitamente drenados/ Moderada a muito alta	- Aterros; - Bad-lands (áreas voçorocadas); - Degraus de cortes; - Cones de dejetção tecnogênicos e ou leques pluviais; - Dutos (pipes); - Formas de erosões lineares: sulcos, ravinas e voçorocas; - Rupturas de declives; - Rupturas de taludes de aterros e cortes; - Mobilização de horizonte superficial do solo (erosão laminar); - Superfícies planas de aterros; - Superfícies planas de cortes; - Taludes de aterros; - Taludes de cortes;
			Colina elúvio-granítica Saint Hilaire	- Tcv; Cv; Rt; Cc -	40 - 48m	05 - 10%	108m	ARGISSOLOS/ PLANOSSOLOS e GLEISSOLOS	Profundos/ Bem drenados/ Baixa à moderada	
			Morrote elúvio-granítico Independência	- Tcv; Cv; Rt; Cc -	40 - 81m	10 - 20%	215m	Associação de ARGISSOLOS com CAMBISSOLOS/ NEOSSOLOS	Rasos a profundos/ Bem drenados a imperfeitamente drenados/ Moderada a muito alta	
			Morrote elúvio granodiorítico Lomba do Sabão	- Tpl; Tcv; Cv; Rt; Cc -	35 - 84m	10 - 20%	323m			

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
Origem da Quilometragem UTM
"Equador e Meridiano 51° W Gr."
acrescidas as constantes
10.000 km e 500 km, respectivamente.
DATUM VERTICAL: Marégrafo de Torres - RS

FIGURA 123 (E).
MAPA GEOMORFOLÓGICO DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO ARROIO FEIJÓ/ RS

Quadrante da área representada no contexto
da bacia hidrográfica do arroio Feijó/ RS

IMPACTOS AMBIENTAIS URBANOS			MORFODINÂMICAS DO RELEVO		
PADRÃO DE FORMAÇÃO SEMIELHANTES	P	- Resultante do escoamento superficial adjacente, das baixas declividades e das baixas infiltrações da superfície, pela ocorrência de coberturas edificadas e pela predominância de PLANOSSOLOS e GLEISSOLOS, solos imperfeitamente a muito mal drenados; sucedem-se áreas de acumulação d'água, sujeitas a alagamentos; - Observam-se iniciativas, individuais ou de gestão pública, que vão da implantação de aterros a mudanças na rede de drenagem: Os aterros alteram declividades e o nível altimétrico da superfície e, em geral, elevando-a acima do nível natural das inundações, modificam fluxos hídricos pela construção de valas para drenagem de águas acumuladas. Também reorientam fluxos hídricos as redes de canalizações pluviais e cloacais, que em muitos casos interligadas; - As mudanças na rede de drenagem ocorrem mediante as supressões de cursos fluviais intermitentes e pelas retificações de cursos fluviais perenes; - Retificações fluviais promovem aumento da velocidade da corrente e amenizam momentaneamente e localmente os problemas relativos às inundações, porém, intensificam processos erosivos e favorecem o assoreamento dos canais fluviais em seções a jusantes às intervenções estruturais hidráulicas; Os processos erosivos são mais intensos junto às margens dos canais fluviais, localizadas a montante e a jusante, próximas às intervenções estruturais hidráulicas. O aumento na velocidade da água, sobretudo em dias de chuvas de médias e ou altas intensidades, solapa as margens côncavas dos canais fluviais, especialmente das que desprovidas de vegetação ciliar e ocupadas por domicílios em situação irregular; - O transporte sedimentar é verificado pelas colorações d'águas fluviais, bruno-avermelhadas, especialmente após chuvas de média e alta intensidade. - No cessar pluviométrico se sucedem, como que de modo imediato, expressivas reduções dos volumes e das velocidades das correntes d'água; reduções nas capacidades e competências dos canais fluviais, no transporte de sedimentos e materiais outros; estes se depositam nos leitos dos cursos d'água formando bancos e ou barras de depósitos fluviais, sobretudo a jusante às obras de retificações; - Os depósitos fluviais compreendem de sedimentos finos a materiais grosseiros (depósitos flúvio-tecnogênicos), intensificando assoreamentos; - Registros indicam alterações permanentes das dimensões dos leitos fluviais, com incorporações de segmentos de vertentes, outrora marginais, ao fluxo flúvio-hidráulico; - Transbordamentos fluviais, dadas transformações hidrogeomorfológicas na bacia, sucedem-se com maiores recorrências temporais e amplitudes espaciais. Os transbordamentos repercutem em periódicas inundações urbanas; - O caráter emergencial das inundações urbanas, pois centenas de domicílios são atingidos pelas mesmas, exige, pelas morfodinâmicas do relevo evidenciadas, contínuas retificações dos cursos fluviais.	MORROS	/	- Durante as atividades de loteamento, pela eliminação da cobertura vegetal e pelo revolvimento do solo, acentuam-se processos de salpicamento e de selamento superficial do mesmo; - Há redução da permeabilidade do solo a partir dos usos urbanos que sobre ele se instituem; - As transformações nos usos e coberturas do solo reorientam a circulação hídrica pluvial nos diferentes segmentos de vertentes; - Os lotes, em geral, apresentam pequenas dimensões, estruturando-se conjuntamente enquanto loteamentos de expressiva densidade de coberturas edificadas, o que reduz drasticamente o processo de infiltração d'água pluvial nos solos, intensificando, também de modo drástico, o escoamento superficial das águas pluviais; - O escoamento superficial nas vertentes urbanizadas é reorientado por uma rede pluvial que, na maioria dos casos, interligada a rede de esgotos, em sentido aos canais fluviais adjacentes; - Os escoamentos pluviais e cloacais também ocorrem a "céu aberto"; - Identificam-se superfícies planas criadas pela ocupação urbana. Muitas dessas superfícies planas se estruturam pela remoção da vegetação original, pela realização de cortes no terreno e pelo desenvolvimento de rampas de aterro. Os cortes instituem taludes das mais diferentes dimensões; alguns taludes favorecem o desenvolvimento de processos erosivos, outros, por sua vez, desamparados de infra-estruturas de sustentação, colocam em teste a estabilidade gravitacional do material da encosta e geram situações de risco; - Identificam-se áreas de loteamentos abandonados. Nesses casos, as atividades de loteamento não foram além da abertura de arruamentos, da delimitação de quadras e da remoção da cobertura vegetal, expondo o solo diretamente aos elementos climáticos e variáveis meteorológicas; acentuam-se, nessas áreas, processos de salpicamento e de selamento superficial do solo - Sobre as vertentes do relevo da bacia do Feijó também estão documentadas queimadas, as quais, por seus resultados, também corroboram ao desenvolvimento de processos erosivos; - Sobre arruamentos de precárias condições infra-estruturais, quando estes acompanham os declives das vertentes, observam-se formas expressivas de processos erosivos lineares, sulcos, ravinas e ou voçorocas; - No interior de algumas voçorocas ocorrem dutos; Feições erosivas lineares indicam conexões dos dutos, além dos escoamentos subsuperficiais, também aos escoamentos superficiais concentrados, os quais nitidamente orientados por cortes adjacentes e solos expostos compactados, resultantes da abertura de arruamentos; - Observa-se ocupação urbana das vertentes adjacentes aos hollows; muitas das quais, visivelmente APPs.; - Os processos erosivos que se desenvolvem a partir da ocupação antrópica, mobilizam significativa quantidade de material sedimentar das vertentes; As jusantes dos processos erosivos lineares se observam depósitos sedimentares carregados das vertentes adjacentes; Assentados sobre superfícies mais planas, esses depósitos são retrabalhados a cada evento pluviométrico de expressivo índice.

Bases cartográficas:
GERM (Grupo Executivo da Região Metropolitana);
Aerolevantamento de 051-Fx24B-1:8-1720 até 1723 e de 051-Fx25B-1:8-1808 até 1811; 1/8.000; 1973.
Folhas Porto Alegre (2987.2, C, D, H, I, J) e São Leopoldo (2970.4.Y); 1/10.000; 1972.
JUNGBLUT, M. Mapa pedológico da bacia hidrográfica do rio Gravataí/ RS – Folha Porto Alegre, 1/50.000, 1993.
MENEGAT, R. et. al.. Mapa Geológico. 1/100.000, 1998.
METROPLAM. Atualização de base cadastral, 2001. 1/10.000 (arruamentos, lotes urbanos e cursos fluviais retificados)

Elaboração: Moisés Ortemar Rehbein (julho de 2011)

IV- CONSIDERAÇÕES FINAIS

A fim de se considerar finalmente, retomam-se algumas abordagens pretéritas. Na relação entre o construído, o não construído e o movimento, sob a ótica social, o que, nestas relações, reconhecer no ambiente urbano enquanto impactos?

Compreender impactos ambientais urbanos requer o reconhecimento dos processos que os geraram e que, no seu próprio movimento, transformam-se. A cidade tem uma história. Impactos ambientais urbanos constituem-se ao longo do processo histórico. Impactos ambientais urbanos são constituídos por julgamentos de valores de significâncias de efeitos perturbadores, de gêneses ou conseqüências antrópicas, no urbano ou para além, no ambiente, que, na promoção de mudanças ecológicas e/ ou sociais, coloquem em questão estados de auto-organização e/ ou de relativa estabilidade ambiental.

A apreensão de impactos ambientais urbanos prima pela compreensão de processos ambientais através de análises multidimensionais (biofísico-químicas, político-sociais, socioculturais, espaço-temporais, etc.) as mais articuladas possíveis. A urbanização e a emergência dos impactos ambientais exigem, dos estudiosos desta temática, considerar pesos diferenciados aos prováveis componentes ambientais envolvidos, assim como, considerar que esses pesos atribuídos são variáveis, pois se buscando conceber impacto ambiental urbano como “processo contínuo” (COELHO, 2001), faz-se importante lembrar que condições ambientais, que resultam impactos, operam se reorganizando espaço-temporalmente. Impactos ambientais urbanos são dinâmicos e mutáveis. Esse dinamismo e mutabilidade possuem naturezas e ritmos inúmeros. Portanto, buscar compreender impactos ambientais urbanos requer aceitar que não são generalizáveis (COELHO, 2001), exigem estudo de caso, interrogando sistematicamente o que, por natureza, reconhecidamente sistemático não é.

Objetivou-se nesta pesquisa, de um modo geral, análises de impactos ambientais urbanos na bacia hidrográfica do arroio Feijó, utilizando-se do mapeamento geomorfológico de detalhe enquanto instrumento de referência, balizador e de síntese dessas análises.

As diretrizes para estruturação de mapeamentos geomorfológicos de detalhe, destacando-se os elementos de abordagem acordados pela Comissão de Pesquisa em Mapeamento Geomorfológico da União Geográfica Internacional (UGI), dados morfográficos, morfométricos e morfocronogenéticos do relevo, quando acrescidas das leituras morfodinâmicas do relevo, acredita-se, para o caso da bacia hidrográfica do arroio Feijó, bem embasam análises de impactos ambientais urbanos.

A concretização dos objetivos específicos, mediante as abordagens de dados hidrográficos, geológicos, pedológicos, pluviométricos, sócio-históricos e socioeconômicos, contribuiu na estruturação do mapeamento geomorfológico da bacia hidrográfica do arroio Feijó e, a partir deste, ao reconhecimento de proeminentes impactos ambientais urbanos na bacia hidrográfica em questão.

O êxito na conclusão da investigação realizada encontra respaldado em trabalhos antecessores, fundamentalmente em Ab'Saber (1969), Ross (1992) e Fujimoto (2001), ou em trabalhos que agregam a área de estudos como objeto de pesquisa. Esses trabalhos, consultados paralelamente a realização desta pesquisa, serviram de base para a geração de novos produtos ou informações.

Conforme preconizado por Penck (*apud* CASSETI, 1991), existe uma direta relação ou interdependência entre a vertente e o curso fluvial. Ao mesmo tempo em que a vertente evolui em função da disposição do talvegue, nível de base para a intensificação dos processos morfogenéticos, também, resultante das derivações apresentadas sobre a área da vertente, verificam-se transformações no comportamento dos cursos fluviais.

A partir do momento em que a vertente passa a ser ocupada, processo, em geral, iniciado com a retirada da cobertura vegetal, morfogêneses e morfodinâmicas do relevo se alteram, sobretudo, através de efeitos plúvio-erosivos mais intensos. Há, portanto, aumento do fluxo por terra e conseqüente redução da infiltração.

Dessa forma, o comportamento da descarga hídrica começa a ser alterado: o maior fluxo por terra implica em torrencialidades de vazões, antes controladas pelo lençol freático. Esse fluxo traz consigo materiais provenientes das vertentes, resultantes do processo erosivo.

O fluxo por terra se agrava quando a vertente se apresenta urbanizada, pois, a impermeabilização da superfície, através das coberturas antrópicas (edificações, compactação ou pavimentação de pátios, ruas, etc.), dificulta, ou até mesmo impossibilita, o abastecimento do lençol freático. Assim sendo, têm-se uma descarga fluvial controlada eminentemente pelo escoamento de superfície (que incluem os esgotamentos plúvio-cloacais), que pelas

características intrínsecas favorecem inundações, gerando danos materiais e riscos de vida à população ribeirinha, discriminada socialmente.

Muitas superfícies desprovidas de cobertura vegetal e pavimentação contribuem com uma carga elevada de detritos, que tende a se acumular ao longo dos cursos fluviais, sobretudo naqueles de baixos gradientes, gerando assoreamentos.

Verifica-se, portanto, uma alteração do sistema hidrológico da vertente e conseqüentemente do curso fluvial. Com a intensa alteração dos processos morfodinâmicos, marcados pelo acréscimo dos fluxos superficiais, há um colapso na funcionalidade dos canais, com os solapamentos de margens, assoreamentos e transbordamentos dos mesmos.

Visando-se atenuar os problemas decorrentes destas situações, entre outras práticas, utiliza-se do processo de retificação dos cursos fluviais, que se torna permanente, considerando que as vertentes continuam transferindo materiais resultantes da erosão, os quais, preferencialmente, ocuparão as “depressões” (resultantes de atividades de aprofundamentos) dos talwegues.

A tentativa de regularização de tais cursos, através de aprofundamentos de talwegues, retilinizações ou canalizações dos arroios, não soluciona o problema das inundações. Busca-se resolver tais problemas se acreditando exclusivamente lineares ou nos próprios arroios, quando, sobretudo, são areolares ou reflexos do que acontece nas vertentes adjacentes.

Essas considerações últimas, ainda que sumárias, fomentam a necessidade de políticas de planejamento, sobretudo públicas, dadas as precariedades socioeconômicas regionais verificadas, de ações eminentes, de medidas preventivas de curto prazo e, fundamentalmente, de longo prazo.

Impõe-se, assim percebe-se, a busca das gêneses, das funções e das relações, numa melhor compreensão de impactos ambientais. Há de se considerar essa busca uma constante entre as variáveis das dinâmicas ambientais, dentre elas, indica-se, das morfodinâmicas do relevo.

Considera-se que satisfatória a aplicação do conjunto teórico e metodológico utilizado na investigação objetivada. Notoriamente, algumas linhas de investigações carecem de maiores desenvolvimentos, todavia, assim instigam e subsidiam novas pesquisas na área.

O mapeamento geomorfológico da bacia hidrográfica do arroio Feijó não se quer como um fim, mas como um meio de reflexões. O mapeamento geomorfológico proposto, para além de uma representação gráfica, quer-se um método de pesquisa na compreensão das formas da superfície terrestre e de seus processos (gêneses e dinâmicas) em interfaces ao

contexto ambiental que ilustra ou se insere, assim, também possibilitando leituras de impactos ambientais urbanos.

Acredita-se que a hipótese inicialmente levantada, a tese de que o mapeamento geomorfológico por seus possíveis elementos de abordagem pode ser um importante instrumento de referência, balizador e de síntese, tal qual um método na análise de proeminentes impactos ambientais urbanos na bacia hidrográfica do arroio Feijó, pôde sim ser demonstrada positivamente.

V - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A. N. Um Conceito de Geomorfologia a Serviço das Pesquisas sobre o Quaternário. **Geomorfologia** 18. São Paulo: IGEOG-USP, 1969.
- ABREU, A. A. **Análise geomorfológica: reflexão e aplicação (uma contribuição ao conhecimento das formas de relevo do Planalto de Diamantina – MG)**. TESE DE LIVRE-DOCÊNCIA – FFLCH-USP. S. Paulo, 1982. 296 p.
- ANNAHEIM, H. (1936) “*Die landschaftsformen des Luganer Seegebietes*” Geographische Abhandlungen 8, 1 – 148.
- APPGEMA. APPLIED GEOMORPHOLOGICAL MAPPING WORKING GROUP WEBSITE. Disponível em: <<http://www.appgema.org/index.php?n=Main.HomePage>> e <<http://www.geomorph.org/wg/wgagm.html>>. 1º acesso em: 3 de março de 2009.
- ARGENTO, M. S. F. Mapeamento Geomorfológico. In: GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995. p. 365-392.
- ARIENTI, L. M. **Evolução Paleogeográfica da Bacia do Rio Gravataí**. Dissertação (Mestrado em Geociências). Instituto de Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1986. 182p.
- A TRIBUNA. Arroio Feijó inunda Passo Dorneles. **A Tribuna**, Viamão, 30 de out. de 2003. Reportagem de Capa.
- BARSCH, D., FISCHER, K. & STÄBLEIN, G.. **Geomorphological mapping of high mountain relief, Federal Republic of Germany (with geomorphology map of Königsee, scale 1:25 000)**. Mountain Research and Development, Vol. 7, No. 4. 1987. P. 361-374.
- BARSCH, D., FRÄNZLE, O., LESER, H., LIEDTKE, H. & STÄBLEIN, G.. **Geomorphological Mapping in the Federal Republic of Germany** – presented to the Participants of the FIRST INTERNATIONAL CONFERENCE ON GEOMORPHOLOGY in Manchester 1985.
- BARSCH, D. & LIEDTKE, H.. **Principles, scientific value and practical applicability of the geomorphological map of the Federal Republic of Germany at the scale of 1:25 000 (GMK 25) and 1:100 000 (GMK 100)**. Zeitschrift für Geomorphologie, N.F. Supplement Band, 36, 1980. P. 296-313.
- BASHENINA, N. V. *et al.*, **Legend to the International Geomorphological Map of Europe (1:2.500.000)**. IGU - Commission on Geomorphic Survey and Mapping, Czechoslovak Academy of Sciences, Institute of Geography, Brno, 1971.

- BASTOS, C. A. B.; VALENTE, A. L. S. & DIAS, R. D. Mapa geotécnico de solos. In.: MENEGAT, R. *et. al.*. **Atlas ambiental de Porto Alegre**. Porto Alegre: Ed. Universidade/ UFRGS. 1998. p. 45-46.
- BERMÚDEZ, F. L., RECIO, J. M. R. M. **Geografía Física**. Madrid: Cátedra, 1992
- BRASIL. Lei Federal N° 4.771/65 de 15 de setembro de 1965; Artigo 2°. Institui elementos do Código Florestal Brasileiro. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7803.htm#art2>. Acesso em: 22 de maio de 2011.
- _____. Lei Federal N° 6766/79 de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências.
- _____. Lei Federal N° 6.938 de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm>. Acesso em: 04 jul. 2008.
- CARLOS, A. F. A. **A Cidade**. 8° Ed. São Paulo: Contexto, 2007. 98p.
- CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do relevo**. São Paulo: Contexto, 1991.
- CASSETI, V. (a) Introdução a Geomorfologia. In: CASSETI, V. **Geomorfologia**. Disponível em www.funape.org.br/geomorfologia. Download em: 20/08/2006.
- _____. (b) Compartimentação topográfica. In: CASSETI, V. **Geomorfologia**. Disponível em www.funape.org.br/geomorfologia. Download em: 20/08/2006.
- _____. (c) Estrutura superficial. In: CASSETI, V. **Geomorfologia**. Disponível em www.funape.org.br/geomorfologia. Download em: 20/08/2006.
- _____. (d) Fisiologia da paisagem. In: CASSETI, V. **Geomorfologia**. Disponível em www.funape.org.br/geomorfologia. Download em: 20/08/2006.
- _____. (e) Cartografia geomorfológica. In: CASSETI, V. **Geomorfologia**. Disponível em www.funape.org.br/geomorfologia. Download em: 20/08/2006.
- _____. (f) Geomorfologia e paisagem. In: CASSETI, V. **Geomorfologia**. Disponível em www.funape.org.br/geomorfologia. Download em: 20/08/2006.
- CHRISTOFOLETTI, A.. Aplicabilidade do conhecimento geomorfológico nos projetos de planejamento. In: GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995. p. 415-442.
- _____. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgar Bhücher, 1980.
- COELHO, M. C. N. Impactos ambientais em áreas urbanas – teorias, conceitos e métodos de pesquisa. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Orgs.). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. p. 19-45.
- COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de encosta na interface com a Geomorfologia. In.: GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. (Orgs.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. P. 93 - 148
- COMDEC. Comissão Municipal de Defesa Civil de Alvorada. **Áreas de risco, inundações e enchentes**. Alvorada, 2009 (documento interno, 42 slides).
- _____. Conselho Municipal de Defesa Civil de Alvorada/ RS (Registros de ocorrências de eventos atmosféricos tempestivos - documentos internos).

- CORRÊA, L. R. Meio ambiente e a metrópole. In: CORRÊA, L. R. **Trajetórias geográficas**. 3.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. p. 153-70.
- CUSTÓDIO, V.. Inundações no espaço urbano: as dimensões natural e social do problema. **Terra Livre**. Goiânia: AGB Nacional, Ano 21, v. 1, n. 24. jan-jun/ 2005. p. 211-30.
- DEMEK, J. & EMBLETON, C. (Eds.): (1978): **Guide to medium-scale geomorphological mapping**. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Stuttgart.
- DEMEK, J., EMBLETON, C., GELLERT, J. F. & VERSTAPPEN, H. T.. (Eds.). **Manual of Detailed Geomorphological Mapping**. International Geographical Union Commission on Geomorphological Survey and Mapping. Academia, Prague. 1972. 320 p.
- DOUGLAS, I. **The Urban Environment**. London, Edward Arnold, 1983, 229 p.
- EMBLETON, C., (Ed.). **Geomorphology of Europe**, 429 p., Macmillan, London, 1984.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2º Ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.
- FRAISOLI, C. Capítulo 1- A valorização do espaço; Capítulo 2 – A produção do meio ambiente urbano. In: _____. **Valorização do espaço e fragilidade ambiental: o caso da construção do meio ambiente urbano da bacia do córrego Santo Antônio, Mogi Mirim – SP** (DISSERTAÇÃO). PPG em Geografia. Instituto de Geociências. Universidade Estadual de Campinas/ UNICAMP. Campinas/ SP. 2005. p. 15-59.
- FLORENZANO, T. G. (Org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 318p.
- FUJIMOTO, N. S. V. M. **Análise ambiental urbana na área metropolitana de Porto Alegre/RS: sub-bacia hidrográfica do Arroio Dilúvio**. 2001. 236p. (DOUTORADO) Programa de Pós-Graduação em Geografia. Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas/USP. São Paulo, 2001.
- _____. (a). **Cartografia Geomorfológica** (Mesa redonda – Cartografia Geomorfológica). In: ANAIS DO VII SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA – SINAGEO - E II ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE GEOMORFOLOGIA – DINÂMICA E DIVERSIDADE DE PAISAGENS. Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais: UFMG. Belo Horizonte, ago. de 2008. 10p.
- _____. (b). Alterações Ambientais na Região Metropolitana de Porto Alegre - RS: estudo geográfico com ênfase na geomorfologia urbana. In: NUNES, J. O. R.; ROCHA, P. C. (Org.). **Geomorfologia: aplicações e metodologias**. 1 ed. São Paulo: Expressão Popular, 2008. P. 95-115.
- GEHNE, H.. **Geomorphologische Karte der Umgebung von Thale nach eine neue Methode auf Grund eigener Beobachtungen dargestellt**. Mitteilungen des Sächsisch-türingischen Verreins für Erdkunde zu Halle a S. Erdkunde, 36, 1912. P. 1-8.
- GERM (Grupo Executivo da Região Metropolitana); Conselho Metropolitano de Municípios. Aerolevantamento. – de 051-Fx24B-1:8-1720 até 1723 e de 051-Fx25B-1:8-1808 até 1811; Escala de 1:8.000; Ano de 1973.
- _____. Folhas Porto Alegre (2987.2. C, D, H, I, J) e São Leopoldo (2970.4.Y); Escala 1:10.000; Jan. de 1972.
- GILEWSKA, S.. **Different methods of showing the Relief on the Detailed Geomorphological Maps**. Zeitschrift für Geomorphologie N.F., 11(4), 1967. P. 481-490.

- GRINGS, M. Uma fonte de doenças: a falta de dragagem no riacho que banha três municípios provoca cheias e traz enfermidades aos moradores das Vilas. **Zero hora**, Porto Alegre, 08 de julho de 1992. Caderno Ambiente. P. 03
- GONÇALVES, C. W. P. **Os (des) caminhos do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 1989.
- _____. Formação socioespacial e questão ambiental no Brasil. In: BECKER, B. K. et. al. (Orgs.). **Geografia e meio ambiente no Brasil**. São Paulo/Rio de Janeiro: HUCITEC, 1995. p. 309-33.
- GUERRA, A. J. T. Processos Erosivos nas Encostas. In: GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994. p. 149-209.
- GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. 5.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. p. 40; p. 76; p. 419.
- GUSMÃO FILHO, J. de A.. **Solos: da Formação Geológica ao Uso na Engenharia**. 2º Ed. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2008. 198p.
- GUSTAVSSON, M.. **Development of a Detailed Geomorphological Mapping System and GIS Geodatabase in Sweden**. DOCTORAL THESIS. Department of Earth Sciences. Uppsala Universitet. Sweden, 2005. 61 p. Disponível em: <http://www.eld.geo.uu.se/swe/hemsidor/marcus/Lic_1_5Final_Ch%201-4.pdf> 1º acesso em 04 de junho de 2009.
- HASENACK, H. & FERRARO, L. W. Considerações sobre o clima na região de Tramandaí. **Pesquisas**, 22, 1989. P.53-70
- HAYDEN, R. S.. Geomorphological mapping. In: SHORT, N. M.; BLAIR, Jr., R.W. (eds.) **Geomorphology from space: a global overview of regional landforms**. Washington, D.C., NASA, 1986. P.637-656. Disponível em: <http://disc.sci.gsfc.nasa.gov/geomorphology/table-of-contents/GEO_11/index.shtml> e <http://geoinfo.amu.edu.pl/wpk/geos/GEO_11/GEO_CHAPTER_11_REF.HTML>. 1º acesso em 04 de junho de 2009.
- HOUAISS, A.; VILLAR, M. de S.; FRANCO, F. M. de M.. **Dicionário Houaiss da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001. p. 2635.
- IAG/ AIG. INTERNATIONAL ASSOCIATION OF GEOMORPHOLOGISTS/ ASSOCIATION INTERNATIONALE DES GÉOMORPHOLOGUES. Disponível em: <<http://www.geomorph.org/main.html>>. 1º acesso em 03 de março de 2009.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Censo Demográfico: resultados do universo relativos às características da população e dos domicílios**. Rio Grande do Sul. IBGE: Rio de Janeiro, 1991. (CD-ROM).
- _____. **Censo Demográfico: resultados do universo relativos às características da população e dos domicílios**. Rio Grande do Sul. IBGE: Rio de Janeiro, 2000. (CD-ROM).
- _____. **Contagem da População**. Agregado de Setores do Rio Grande do Sul. IBGE: Rio de Janeiro, 1996. (CD-ROM).
- _____. **Levantamento de Recursos Naturais**. v. 33, Folhas SH. 22 - Porto Alegre; SH. 21 - Uruguaiana e SI. 22 - Lagoa Mirim. Rio de Janeiro: IBGE, 1986. 796 p.
- _____. **Manual Técnico de Pedologia**. 2º Ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. 316 p.

- INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA
<<http://www.inmet.gov.br/html/clima.php?lnk=http://www.inmet.gov.br/html/clima/graficos/index4.html>>. Acessos em 10 de nov. de 2004; em 12 de dez. de 2010
- INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Imagem do satélite CBERS-2 (HRC). Banda1. Resolução espacial de 2,7 m. (132836/157.D.134.1.0/2.BC.UTM.SAD69). 08/11/2008.
- JORNAL OPINIÃO. Prefeitura de Viamão decreta estado de emergência. **Jornal Opinião**, nº 228, Viamão, 31 de out. de 2003. Reportagem de Capa.
- JUNGBLUT, M. **Pedologia da Bacia do Rio Gravataí – RS**. Porto Alegre: CPRM/METROPLAN, 1994. 29 p. (Programa técnico para o gerenciamento da RMPA, PROTEGER; Mapa pedológico da bacia hidrográfica do rio Gravataí/ RS – Folha Porto Alegre, 1: 50.000, 1993)
- KLIMASZEWSKI, M.. Detailed geomorphological maps. **ITC Journal**. P. 265-271, 1982.
- _____. **Thirty years of geomorphological mapping**. Geographia Polonica, 58, 1990. P.11-18.
- LEMONS, R. C. de; SANTOS, R. D. dos **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1984. 46p.
- _____. dos **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 3°. ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. 83p.
- LIMA, C. R. **Urbanização e Intervenção no Meio Físico na Borda da Bacia sedimentar de São Paulo: uma abordagem geomorfológica**. DISSERTAÇÃO DE MESTRADO. São Paulo: Departamento de Geografia/FFLCH, Universidade de São Paulo, 1990.
- LIVI, F. P. Elementos do Clima: o Contraste de Tempos Frios e Quentes in: **Atlas Ambiental de Porto Alegre**. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1998. p. 73 – 78.
- MACDONALD, G. J. **Environment: evolution of a concept**. IIASA. International Institute for Applied Systems Analysis. A-2361. Laxenburg, Áustria, 1998.
- MANFREDINI, S. *et. al.* Técnicas em Pedologia. In.: VENTURI, L. A. B. (Org.). **Praticando Geografia: Técnicas de Campo e Laboratório**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005. P. 85 - 98
- MARQUES, J. S. Ciência Geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995. p. 23-50.
- MELO, M. S. *et. al.* Processos e produtos morfogenéticos continentais. In.: SOUZA, C. R. G. *et. al.* (Orgs.). **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2005. P. 258-75
- MENDONÇA, F. **Geografia física: ciência humana?** 3.ed. São Paulo: Contexto, 1992.
- _____. **Geografia e meio ambiente**. 8.ed. São Paulo: Contexto, 2005.
- _____. Geografia socioambiental. **Terra Livre**. São Paulo: AGB, n. 16, 1º semestre/ 2001. p. 139-58.
- MENEGAT, R. *et. al.* Porto Alegre antes do homem: evolução geológica. In.: MENEGAT, R. *et. al.* **Atlas Ambiental de Porto Alegre**. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1998. P. 11-20.

- METROPLAN, Fundação de Planejamento Metropolitano e Regional. **Desassoreamento do Arroio Feijó - RS**. Porto Alegre, 2000. (Documento interno).
- _____. Programa Integrado de Áreas Degradadas: Sub-bacia Hidrográfica do Arroio Feijó. Porto Alegre, 2001. 93p. (Documento interno).
- _____. Programa Integrado de Áreas Degradadas: Sub-bacia Hidrográfica do Arroio Feijó. Porto Alegre, 2001. 42p. (Documento interno; 42 Slides).
- _____. Projeto: Programa Integrado da Sub-bacia Hidrográfica do Arroio Feijó - Caracterização da Sub-Bacia do Arroio Feijó. Porto Alegre, 2001. (Documento interno).
- METROPLAN, Fundação de Planejamento Metropolitano e Regional; SECRETARIA DO PLANEJAMENTO TERRITORIAL E OBRAS, GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **II Inventário das Vilas Irregulares na Região Metropolitana de Porto Alegre**, Porto Alegre. 1992. (Documento interno).
- MEUCCI, C. R. **Evolução dos Loteamentos na Periferia da Região Metropolitana de Porto Alegre - Viamão**. 1987. TRABALHO DE GRADUAÇÃO. Departamento de Geografia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1987.
- MOREIRA, A. C. M. L.. **Conceitos de ambiente e de impacto ambiental aplicáveis ao meio urbano**. São Paulo: 1999. Disponível em: <http://www.usp.br/fau/docentes/depprojeto/a_moreira/producao/conceit.htm>. Acesso em: maio de 2008. (Material didático da disciplina de pós-graduação AUP 5861 - Políticas públicas de proteção do ambiente urbano)
- MORIN, E. **O método 1: a natureza da natureza**. 2.ed. Porto Alegre: Sulina, 2005. 479 p.
- _____. **Introdução ao pensamento complexo**. 3.ed. Porto Alegre: Sulina, 2007. 120 p.
- NIELSEN, S. D. **Geomorfologia da Bacia do Rio Gravataí – RS**. Porto Alegre: CPRM/METRPLAN, 1994. 24 p. (Programa técnico para o gerenciamento da RMPA, PROTEGER; Mapa geomorfológico da bacia hidrográfica do rio Gravataí/ RS – Folha Porto Alegre, 1: 50.000, 1993).
- NIMER, E. Clima. In.: **IBGE – Geografia do Brasil, Região Sul**. SERGRAF-IBGE, Rio de Janeiro, 1977. P. 35-79
- OLIVEIRA, L. D. **Geologia, geoquímica e geocronologia dos granitóides pós-tectônicos à zona de cisalhamento transcorrente de Porto Alegre, extremo nordeste do Escudo Sul-Riograndense**. DISSERTAÇÃO (Mestrado em Geociências). Instituto de Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2001. 134 p.
- ORLANDI FILHO, V.; GIUGNO, N. B. **Diagnostico Setorial da Região Metropolitana de Porto Alegre – RS**. Porto Alegre: CPRM, METROPLAN. Série Ordenamento Territorial, Vol. 1. Porto Alegre, 1994. 44 p.
- PACHUR, H. J. & SCHULZ, G. Erläuterungen zur Geomorphologischen Karte 1: 25.000 der Bundesrepublik Deutschland, GMK 25 Blatt 13, 345 Berlin-Zehlendorf, 1983. Disponível em <http://gidimap.giub.uni-bonn.de/gmk.digital/downloads_en.htm>. Acessado em: junho de 2009.
- PADILHA, P. R. G. **Alvorada: memória fotográfica**. Alvorada: Secretaria de Planejamento e Habitação. Prefeitura Municipal de Alvorada/ RS, 2003. 81p.
- _____. Alvorada: Evolução Urbana. Curso sobre Plano Diretor. Faculdade de Arquitetura da UFRGS (dez. de 2005 – slides)

- PASSARGE, S.. **Morphologischer Atlas. Lieferung I: Morphologie des Messtischbattes Stadtrenda.** Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft in Hamburg. 1914.
- PHILIPP, R. P.. **A Evolução Geológica e Tectônica do Batólito de Pelotas no Rio Grande do Sul.** TESE. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo/ USP. São Paulo, 1998. 255p.
- _____. Geologia. In.: HASENACK, H. (Org.). **Diagnóstico Ambiental de Porto Alegre.** Porto Alegre: Secretaria Municipal do Meio Ambiente. 2008. P. 13-27
- POLSKA AKADEMIA NAUK. **Project of the Unified key to the detailed geomorphological map of the World.** Folia Geographica, Ser. Geographica-Physica, II.. Kraków. 1968.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE ALVORADA/ RS. Lei N° 1.137/ 2000; Institui o I Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental do Município de Alvorada/ RS. 24p.
- _____. Defesa Civil de Alvorada trabalha no combate às cheias. Informativo lançado, na data de 18 de jul. de 2007, no *site* <[www.alvorada.rs.gov.br/003/00301009.asp?ttCD ...](http://www.alvorada.rs.gov.br/003/00301009.asp?ttCD...)>. Acesso em 22 de setembro de 2008.
- _____. Secretaria de Planejamento e Habitação. **Alvorada – Memória Fotográfica.** Alvorada, 2003. 81 p.
- _____. Secretaria de Planejamento e Habitação. **Estudo de Viabilidade Urbanística do Cinturão Verde.** Dezembro de 2004, 63p. (documento interno).
- _____. Prefeitura anuncia: chegou à draga para limpeza do Arroio Feijó. Informativo lançado, na data de 03 de jul. de 2008, no *site* <[www.alvorada.rs.gov.br/003/00301009.asp?ttCD ...](http://www.alvorada.rs.gov.br/003/00301009.asp?ttCD...)>. Acesso em 22 de setembro de 2008.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE VIAMÃO. **Decreto Executivo N° 080/2003 - situação de emergência por inundação.** Viamão, 2003.
- _____. Governo apresenta projeto de Revitalização do Arroio Feijó - 19/02/2008. Informativo disponível no *site* <www.viamao.rs.gov.br/captacao1.htm>. Acesso em 22 de setembro de 2008.
- PROFILL, Engenharia e Ambiente; METROPLAN, Fundação de Planejamento Metropolitano e Regional. **Inventário de Drenagem Urbana – Região Metropolitana de Porto Alegre.** Porto Alegre, 1999.
- _____. Projeto: Programa Integrado da Sub-bacia Hidrográfica do Arroio Feijó. Porto Alegre, 2002.
- REHBEIN, M. O.. **Análise Ambiental Urbana: Vila Augusta/ Viamão/ RS.** DISSERTAÇÃO (Mestrado em Geografia). Departamento de Geografia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2005. 173 p.
- REHBEIN, M. O.; FUJIMOTO, N. S. V. M. Análise ambiental urbana: Vila Augusta/Viamão/ RS. **Boletim Gaúcho de Geografia.** Porto Alegre: AGB/PA, n, 33, 2007. P. 215-32.
- RIGATTI, D. Alvorada, ou de como se constrói uma cidade aos pedaços. In.: BARROSO, V. L. M. (Org.). **Raízes de Alvorada: Memória, História e Pertencimento.** Porto Alegre: EST, 2006. P. 224-54.

- _____. Formação de áreas urbanas com função de habitação na RMPA: o caso de Alvorada 1948-80. **Dissertação de Mestrado**. Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional/ PROPUR da Universidade Federal do Rio Grande do Sul/ UFRGS, 1983. 225p.
- _____. **Formação de Alvorada e a espacialização funcional na RMPA**. Porto Alegre:UFRGS/ PROPAR,1991, 26p.
- RIO GRANDE DO SUL, Lei Estadual N° 10.116 de 23 de março de 1994. Institui a Lei de Desenvolvimento Urbano, que dispõe os critérios e requisitos mínimos para a definição e delimitação de áreas urbanas e de expansão urbana, sobre as diretrizes e normas gerais de parcelamento do solo para fins urbanos, sobre a elaboração de planos e de diretrizes gerais de ocupação do território pelos municípios e dá outras providências.
- RODRIGUES, C. & ADAMI, S. Técnicas fundamentais para o estudo de bacias hidrográficas. In.: VENTURI, L. A. B. (Org.) **Praticando Geografia: técnicas de campo e laboratório**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005. P. 147 – 66.
- RODRIGUES, C. **Geomorfologia Aplicada: Avaliação de Experiências e de Instrumentos de Planejamento Físico-Territorial e Ambiental Brasileiros**. Tese de Doutorado em Geografia Física. Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, 1997, 280 p.
- _____. Morfologia Original e Morfologia Antropogênica na definição de unidades espaciais de planejamento urbano: um exemplo na metrópole paulista. **Revista do Departamento de Geografia (USP)**, v. 17, 2005. P. 101-11.
- ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, n. 8, FFLCH/USP, São Paulo, 1994. p. 63-74.
- _____. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006. 208 p.
- _____. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. 8° ed. São Paulo: Contexto, 2007. 85p.
- _____. Geomorfologia aplicada aos Eias-Rimas. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. p. 291- 336.
- _____. O Registro Cartográfico dos Fatos Geomorfológicos e a Questão da Taxonomia do Relevo. **Revista do Departamento de Geografia**, n. 6, FFLCH/USP, São Paulo, 1992. P. 17-29.
- RUDBERG, S.. **Geomorfologiska kartor**. in Ymer årsbok 1979. Svenska sällskapet för antropologi och geografi, Stockholm, 1979. P. 7-21.
- SALENGUE, L. G. P. & MARQUES, M. M. Reavaliação de planos diretores : o caso de Porto Alegre. In: PANIZZI, W. M.; ROVATTI, J. F. **Estudos urbanos : Porto Alegre e seu planejamento**. Porto Alegre : Editora da Universidade/UFRGS/ Prefeitura Municipal de Porto Alegre, 1993. p. 155-164.
- SALOMÃO, F. X. de T.; **Processos erosivos lineares em Bauru (SP): regionalização cartográfica aplicada ao controle preventivo urbano e rural**. (TESE). Programa de Pós-Graduação em Geografia Física/ USP. São Paulo/ SP, 1994. 200p.
- SANTOS, H. G. dos *et. al.* **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 307 p.
- SANTOS, M.. **A Natureza do Espaço**. São Paulo: EDUSP, 2002.

- SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS DO RS. Secretário Coffy assina termo de concessão de draga para o desassoreamento do Arroio Feijó. Informativo lançado, na data de 01 de jul. de 2008, no site <www.sops.rs.gov.br/exibe_noticia_solo.php?aaa=106>. Acesso em 22 de setembro de 2008.
- SCHNEIDER, A. W.; LOSS, E. L. & PINTO, J. F. Mapa geológico da folha de Porto Alegre-RS (1:50.000). **Pesquisas - Série Mapas** (7). Porto Alegre: UFRGS – Instituto de Geociências. 1974
- SCHNEIDER, P. *et. al.* Solos. In.: HASENACK, H. (Org.). **Diagnóstico Ambiental de Porto Alegre**. Porto Alegre: Secretaria Municipal do Meio Ambiente. 2008. P. 28-43
- SILVA, J. X. (a) A pesquisa ambiental no Brasil: uma visão crítica. In: BECKER, B. K. *et. al.* (Orgs.). **Geografia e meio ambiente no Brasil**. São Paulo/Rio de Janeiro: HUCITEC, 1995. p. 346-70.
- _____. (b) Geomorfologia e Geoprocessamento. In: GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995. p. 393 - 414.
- SILVEIRA, A. L. L. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. In.: TUCCI, C. E. M. (Org.) **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ ABRH. 2009. P. 35 – 52.
- STRECK, E. V. *et. al.* **Solos do Rio Grande do Sul**. 2º Ed.. Porto Alegre: EMATER/ RS, 2008. 222p.
- SUERTEGARAY, D. M. A. Espaço geográfico uno e múltiplo. In: SUERTEGARAY, D. M. A.; BASSO, L. A.; VERDUM, R. (Orgs.). **Ambiente e lugar no urbano – a grande Porto Alegre**. Porto Alegre: UFRGS, 2000. p. 13-34.
- _____. **Geografia física e geomorfologia: temas para debate** (Mesa redonda – Epistemologia da Geomorfologia). In: ANAIS DO VII SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA – SINAGEO - E II ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE GEOMORFOLOGIA – DINÂMICA E DIVERSIDADE DE PAISAGENS. Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais: UFMG. Belo Horizonte, ago. de 2008.
- SUERTEGARAY, D. M. A. *et. al.* (Orgs.) **Terra: feições ilustradas**. 3º ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2008. 264p.
- TEN CATE, J. A. M.. **Detailed systematic geomorphological mapping in the Netherlands and its applications**. *Geologie en Mijnbouw*, 62. 1983. P. 611-620.
- _____. **Sea-level rise and geomorphological mapping**. *Geographia Polonica*, 58, 1990. P. 19-39.
- TOLEDO, M. C. M.; OLIVEIRA, S. M. B. de; MELFI, A. J. Intemperismo e formação do solo. In.: TEIXEIRA, W. ET. AL. (Orgs.). **Decifrando a Terra**. São Paulo: USP/ Oficina de Textos, 2000. P. 139 – 66.
- TOMINAGA, L. K. **Análise Morfodinâmica das vertentes da Serra do Juqueriquerê em São Sebastião – SP** (DISSERTAÇÃO). Programa de Pós-Graduação em Geografia Física/ USP. São Paulo/ SP. 2000. 162p.
- _____. **Avaliação de metodologias de análise de risco à escorregamentos: aplicação de um ensaio em Ubatuba/ SP**. Programa de Pós-Graduação em Geografia Física/ USP. São Paulo/ SP. 2007. 240p.

- TOY, T. & HADLEY, R.F. **Geomorphology and Reclamation of Disturbed Lands**. London, Academic Press Inc, 1987.
- TRAININI, D.R., KREBS, A. S. J., ORLANDI, V. **Suscetibilidade à Erosão da Bacia do Rio Gravataí – RS**. Porto Alegre: CPRM/ METROPLAN, 1994. 24 p. (Programa técnico para o gerenciamento da RMPA, PROTEGER; Mapa de suscetibilidade à erosão da bacia do rio Gravataí/ RS – Folha Porto Alegre, 1: 50.000, 1993).
- TRICART, J.. **Principes et Méthodes de la Géomorphologie**. Masson et C^{ie}, Paris. 1965.
- VERDUM, R. & MEDEIROS, R. M. V. (Org.). **RIMA, Relatório de Impacto Ambiental: Legislação, elaboração e resultados** - 4º Ed. Rev. ampl. – Porto Alegre: Ed. Universidade/ UFRGS, 2002.
- VEROCAI, I. (Org.) **EIA de abertura da Barra de Saquarema – Anexo II (Dicionário de Termos Ambientais)**. Disponível em: <
http://www.uff.br/remadsuff/BibVirtual/EIA_RIMA_Saquarema/PDFfiles/EIASaqua/EIASaqua16.PDF >. Acesso em: fev. de 2009. p. 215-254.
- VERSTAPPEN, H. TH.. **Geomorphology and Urbanization** in: Applied Geomorphology: Surveys for Environment Development. Amsterdam, Elsevier, 1983, p. 149-175.
- _____. **Introduction to the ITC system of geomorphological survey**. Koninlijk Nederlands Aardijkkundig Genootschap, Geografisch Nieuwe Reeks, 4.1. 1970. P. 85-91.
- VERSTAPPEN, H. TH. & VAN ZUIDAM, R. A.. **ITC textbook of Photo-Interpretation, VII:2 –ITC system of geomorphological survey**. ITC, Delft, The Netherlands. 1968.
- VILLWOCK, J. A. & TOMAZELLI, L. J. (a) Geologia Costeira do Rio Grande do Sul. **Notas Técnicas**. Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica, UFRGS. Porto Alegre, 1995. 8: p. 1 – 45
- _____. (b). O Cenozóico no Rio Grande do Sul: Geologia da Planície Costeira. In.: HOLZ, M. & ROS, L. E. de (Orgs.) **Geologia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Centro de Investigação do Gondwana – Instituto de Geociências, UFRGS. P. 375 – 406
- ZERO HORA. População pede solução para arroio. **Zero hora**. Porto Alegre, 30 de julho de 1992. Caderno Cidades. P. 43