

Ciência & Ambiente



38

História Natural de Santa Maria

- 3 APRESENTAÇÃO
- 6 PRÓXIMA EDIÇÃO
- 7 A PAISAGEM DE SANTA MARIA
NA PERSPECTIVA DE ANTIGOS VIAJANTES
José Newton Cardoso Marchiori e Valter Antonio Noal Filho
- 19 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA DE SANTA MARIA
Pedro Luiz Pretz Sartori
- 43 O CLIMA DE SANTA MARIA
Arno Bernardo Heldwein, Galileo Adeli Buriol e Nereu Augusto Streck
- 59 SOLOS DO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA
Ricardo Simão Diniz Dalmolin e Fabrício de Araújo Pedron
- 79 HIDROGRAFIA DE SANTA MARIA
Fabrício J. Sutili, Miguel A. Durló e Delmar A. Bressan
- 93 A VEGETAÇÃO EM SANTA MARIA
José Newton Cardoso Marchiori
- 113 A FAUNA DE SANTA MARIA
*Sonia Zanini Cechin, Ana Beatriz Barros de Moraes, Nilton Carlos Cáceres,
Sandro Santos, Carla Bender Kotzian, Everton Rodolfo Behr,
Jéferson Steindorff de Arruda e Franchesco Della Flora*
- 145 OS VEGETAIS FÓSSEIS DE SANTA MARIA
Robson Tadeu Bolzon e Inês Azevedo
- 163 OS VERTEBRADOS FÓSSEIS DE SANTA MARIA
Cesar Leandro Schultz
- 183 INSTRUÇÕES PARA PUBLICAÇÃO
- 184 INSTRUCCIONES PARA PUBLICACIÓN

Universidade Federal de Santa Maria

REITOR	Clóvis Silva Lima
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS	Dalvan José Reinert – Diretor
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS	Martha Bohrer Adaime – Diretora
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E HUMANAS	Rogério Ferrer Koff – Diretor
EDITOR	Delmar Antonio Bressan
CONSELHO EDITORIAL	Beatriz Teixeira Weber Élgion Loreto José Newton Cardoso Marchiori Miguel Antão Durlo Ronai Pires da Rocha Ronaldo Mota Zília Mara Scarpari
CONSELHO CONSULTIVO	Alvaro Mones André Furtado Andrey Rosenthal Schlee Antonio Augusto Passos Videira Antonio Carlos Robert Moraes Aziz Nacib Ab'Saber Emilio Ulibarri Franz Andrae Luiz Antonio de Assis Brasil Marcelo Leite Pascal Acot
ANÁLISE, PREPARAÇÃO E REVISÃO DE TEXTO	Zília Mara Scarpari
CAPA, EDITORAÇÃO DE TEXTO E PROGRAMAÇÃO VISUAL	Valter Antonio Noal Filho
FOTOS DA CAPA	Ronai Pires da Rocha
FOTOS DA QUARTA CAPA/ORELHA	Rafael Happke e Fabiano Dallmayer
IMPRESSÃO E ACABAMENTO	Gráfica Editora Pallotti/Santa Maria

Ciência & Ambiente/Universidade Federal de Santa Maria.
UFSM - v. 1, n.1 (jul. 1990) - - Santa Maria :

ISSN 1676-4188

Semestral
n. 38 (jan./jun. 2009)

A revista *Ciência & Ambiente* é indexada ao
LATINDEX – Sistema Regional de Información en Línea
para Revistas Científicas de América Latina,
el Caribe, España y Portugal.

CDD:605 CDU:6(05)

Ficha elaborada por Marlene M. Elbert, CRB 10/951

Ciência & Ambiente

Prédio 13/CCNE – Sala 1110 – Campus Universitário – Camobi
97105-900 – Santa Maria – Rio Grande do Sul – Brasil
Fone/Fax: (55) 32208735 e (55) 32208444/ramal 30
ambiente@ccne.ufsm.br – www.ufsm.br/cienciaambiente

Paisagem, geologia, clima, solos, hidrografia, vegetação, fauna, fósseis vegetais, fósseis animais. Essa coleção de elementos habitualmente utilizada para retratar as características ambientais de cada lugar, serve também como referência para o trabalho de reconstituição da história natural de Santa Maria e de seu entorno regional, tema da 38ª edição de *Ciência & Ambiente*.

Há, por óbvio, interações notáveis entre o meio natural e a aglomeração humana tradicionalmente conhecida como Santa Maria da Boca do Monte.

A geografia regional, com seu soberbo contraste entre a montanha recoberta de florestas e as colinas suaves ocupadas pelos campos e por matilhas ciliares, se faz sentir no processo de expansão da cidade.

Em igual medida, as atividades engendradas pela mão humana, ou mais especificamente pelos cidadãos santa-marienses, deixam marcas indeléveis na paisagem. Basta “armar o olhar” para perceber tais transformações, com a devida ressalva de que muitas das intervenções não são portadoras de motivos de orgulho. É o caso das crateras resultantes da exploração dos paredões basálticos ou mesmo da supressão sistemática de cursos de água no perímetro urbano.

Além dessa interdependência evidente, outros elementos explicativos – antropológicos, sociológicos, econômicos etc. –, poderiam ser agregados às análises destinadas a decifrar o modelo de desenvolvimento assumido pela cidade, desde a sua origem, no acampamento de 1797, até os dias atuais, povoada por milhares de almas. Sem

preocupação cronológica, a presença de ordens religiosas e de agrupamentos militares, as levas de imigrantes, o advento da ferrovia e mais recentemente de organizações de cunho acadêmico, entre outros aspectos, exercem influência considerável, e nem sempre positivas, nas escolhas dos cidadãos e de suas instâncias de poder, inclusive no que diz respeito às relações com o meio natural circundante. Tais linhas investigativas, embora importantes, não são objetos

diretos de exame nesta edição, porém ainda estão a requerer tratamento aprofundado dos pensadores locais e regionais.

À parte o seu valor intrínseco, essa breve história natural de Santa Maria, aqui materializada, atende a um requerimen-

to didático, qual seja, o de reunir em uma só fonte a série de variáveis ambientais que, quando conjugadas, permitem vislumbrar o conjunto paisagístico que tanto singulariza a região central do Rio Grande do Sul. Portanto, os acadêmicos, em particular os da área de ciências naturais, bem como os demais interessados, terão à disposição informações relevantes para o correto entendimento do tema.

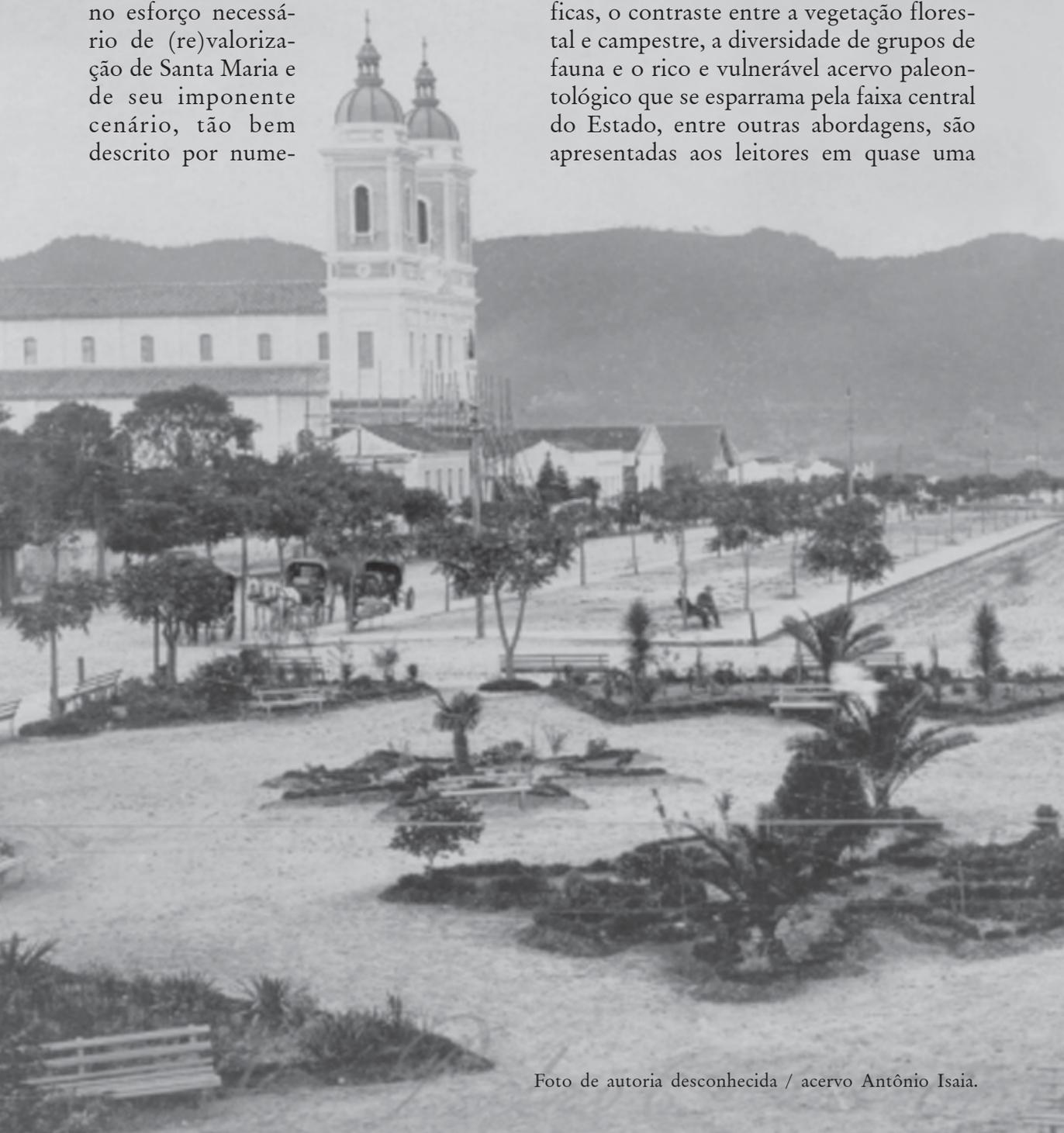
Por outro lado, parcela significativa dos habitantes de Santa Maria – quer pela frenética luta diária em seus afazeres, quer pela visão entrecortada pelos numerosos espigões construídos nas últimas décadas, quer pelas dificuldades de compreensão do meio físico – parece ter perdido a noção da grandiosidade, do valor ecológico e da beleza da paisagem em que a cidade está engastada.

*Há interações
notáveis entre o meio
natural e a aglomeração
humana conhecida
como Santa Maria da
Boca do Monte.*

Sustentados pela premissa de que há uma correlação direta entre o conhecimento do patrimônio natural e sua valorização, os editores, ao aglutinar dados, informações, descrições e reflexões produzidas por estudiosos de diferentes matizes científicos, buscam inserir o presente volume no esforço necessário de (re)valorização de Santa Maria e de seu imponente cenário, tão bem descrito por nume-

ros viajantes, brasileiros e estrangeiros, que ao longo do tempo com ele travaram contato.

As características geológicas, as feições do relevo e sua influência sobre certos fenômenos climáticos, a variedade de tipos de solos, as peculiaridades hidrográficas, o contraste entre a vegetação florestal e campestre, a diversidade de grupos de fauna e o rico e vulnerável acervo paleontológico que se esparrama pela faixa central do Estado, entre outras abordagens, são apresentadas aos leitores em quase uma



dezena de artigos, sem contar o complemento oferecido por ilustrações, mapas e imagens que enriquecem e facilitam a compreensão.

Cabe ressaltar, ainda, os trabalhos fotográficos de *Ronai Pires da Rocha* (capa) e de *Rafael Happke* e *Fabiano Dallmayer* (quarta capa/orelha) que emprestam criatividade, beleza e

significado à revista. O mosaico de retratos de tipos humanos da cidade compôs obra comemorativa dos 150 anos de emancipação político-administrativa de Santa Maria, completados em 17 de maio de 2008.

Enfim, os editores de *Ciência & Ambiente*, após quase duas décadas de existência da publicação, ainda buscam iluminar facetas da história ecológica que, aparentemente restritas e localizadas em termos geográficos, são, sem sombra de dúvidas, de interesse universal.



O próximo número de *Ciência & Ambiente* será dedicado ao tema **Teoria Ecológica**. O propósito editorial é o de recuperar aspectos históricos da teoria e igualmente revelar novas tendências de estudos nesse campo, cada vez mais decisivo para o futuro da humanidade.

A 39ª edição da revista contará com a participação de pesquisadores da França e do Brasil, países representados pelos dois editores convidados, respectivamente, **Pascal Acot**, do Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), e **Paulo Roberto Guimarães Jr.**, do Departamento de Ecologia/Instituto de Biociências, da Universidade de São Paulo (USP).



A PAISAGEM DE SANTA MARIA NA PERSPECTIVA DE ANTIGOS VIAJANTES

José Newton Cardoso Marchiori
Valter Antonio Noal Filho

Marcada pelo contraste entre suaves coxilhas, na Depressão Central, e o recortado talude da Serra Geral, com sua densa floresta, ao norte da cidade, a paisagem dominante em Santa Maria compõe um patrimônio natural de valor inestimável, digno de maior reconhecimento e proteção. Geralmente despercebida pelos santa-marienses, no afã do dia-a-dia, esta verdadeira moldura do entorno citadino sempre mereceu admiração dos forasteiros, o que pode ser fartamente comprovado pelos relatos de antigos cronistas e viajantes, inclusive de alguns dos mais célebres botânicos e naturalistas que passaram pelo Rio Grande do Sul no século XIX. No contexto da presente coletânea dedicada à história natural da região, a seleção e o encadernamento dos textos aqui reunidos também tem a finalidade de reafirmar a importância deste patrimônio singular e o seu valor permanente para a cidadania.

Quando se fala em patrimônio, pensa-se geralmente no acervo de bens arquitetônicos, peças museológicas, documentos históricos, obras de arte e demais testemunhos da atividade humana, que são relevantes para o conhecimento do passado de uma comunidade, a valorização de seu presente e a projeção de seu futuro. O tema, todavia, é mais amplo, envolvendo um conjunto diversificado de elementos que caracterizam o modo de vida de um povo, suas idéias, instituições, linguagem, lendas, literatura, artes, instrumentos, edificações, culinária e outros valores inter-relacionados ou independentes, que funcionam harmonicamente na sociedade e são processados ou transmitidos, de geração a geração.

O meio físico, expresso pela paisagem natural, é igualmente parte desse patrimônio, além de ser um poderoso agente na modelagem cultural de um povo. A identidade sul-rio-grandense constitui um exemplo perfeito desta influência, pois é marcada, em seus mais variados aspectos, pela paisagem dos “campos a perder de vista”, das coxilhas e do pampa, termos que, de tão ligados à cultura regional, assumem ressonâncias telúricas no coração dos gaúchos. Nosso modo de vida, hábitos alimentares, música, história, linguajar, literatura, toda a cultura de sul-rio-grandenses, em suma, é fortemente marcada por essa realidade espacial dominante.

Situada no centro do Rio Grande do Sul, Santa Maria possui um valioso patrimônio natural que precisa ser reconhecido pela população, além de valorizado e defendido, para que as futuras gerações também possam dele usufruir. É o caso da paisagem que cerca a cidade e constitui sua belíssima moldura: a sequência de morros recobertos de florestas naturais, que delimitam visualmente, e com grande efeito plástico, um anfiteatro aberto apenas em seus lados oeste e sudoeste. A presença dessa mata densa, em região de escassa cobertura florestal, é elemento tão significativo que está associado ao próprio nome tradicional da cidade: Santa Maria da Boca do Monte.

Foi no Rincão de Santa Maria, do Padre Ambrósio José de Freitas, que a Comissão de Demarcação de Limites da América Meridional, determinada pelo Tratado de Santo Ildefonso, estabeleceu seu acampamento em 1797, dando origem ao núcleo de povoamento da atual cidade. Se o nome procede de uma “Guarda de Santa Maria”, de origem jesuítica mais antiga, o tema foge ao presente objetivo, por seu teor estritamente histórico. Não restam dúvidas, todavia, sobre o significado de Boca do Monte: vem do

espanhol e significa boca-do-mato. É que nas proximidades da atual vila de Boca do Monte ficava a boca-da-picada, o *caá-roqué* (porteira do mato), *caá-guaçu-roqué* (porteira do mato grande) ou *caá-yurú* (boca-do-mato) dos índios: um estreito caminho ligando a Depressão Central aos campos do Planalto Médio, através da mata de São Martinho.

As mais antigas referências ao local onde está o sítio urbano de Santa Maria são anteriores a 1797 e podem ser encontradas em documentos como o *Diário Resumido e Histórico da 1ª Divisão da Demarcação d'América Meridional*¹. Em texto que não deixa margem a dúvidas, a área atualmente ocupada pelo centro da cidade foi descrita como uma coxilha de “lombas baixas”, que abrange, com suas “colinas laterais”, uma área de “duas léguas e dois terços” de comprimento por “duas léguas e meia” de largura, situada ao sul do “mato da Serra”, entre o arroio de Santa Maria², a oeste, e o Araricá³, a leste⁴. Fruto da pena de minucioso topógrafo, o documento não informa sobre quaisquer indícios de povoamento anterior neste “rincão”⁵ campestre, isolado por cordões de matas junto aos referidos cursos de água.

Para quem vem do sul do Estado ou dos países do Prata, a chegada a Santa Maria é sempre uma grata surpresa, pois seus alegres morros, recobertos de verdes florestas, estabelecem um contraste marcante com as monótonas paisagens campestres até então percorridas. Em toda a metade sul do Estado, a presença do elemento arbóreo restringe-se praticamente a matas ciliares, a capões-de-mato e a escassos fragmentos em encostas de montanhas. A densa floresta associada à Serra Geral, ao norte da cidade, funciona como um sopro de tropicalidade, contrastando com a topografia suavemente ondulada da Depressão Central.

Não basta, contudo, ter olhos para reconhecer o valor deste patrimônio: é preciso senti-lo com o coração. O forasteiro, pelo sabor do novo, não deixa de admirar o privilegiado entorno da cidade. Convivendo com os problemas do dia-a-dia e cada vez mais limitado visualmente pela altura dos edifícios, o santa-mariense das ruas parece não se dar conta da beleza circundante.

Não é ocioso, portanto, revisar algumas referências sobre Santa Maria no passado, sobretudo as deixadas por célebres viajantes e naturalistas. Tais relatos, por vezes evitados de parcialidade, recomendam leitura criteriosa; neste cascalho, todavia, o investigador sabe, de antemão, que seguramente vai encontrar gemas preciosas.

¹ Firmado por Sebastião Xavier da Veiga Cabral da Câmara e José de Saldanha no “acampamento geral do Monte Grande” (arredores da atual cidade de Santa Maria), este documento cobre o período de 4 de novembro de 1786 a 10 de novembro de 1787, contendo preciosas informações de cunho histórico, geográfico e etnográfico sobre a região.

² Atual arroio Cadena.

³ Atual Vacacaf-Mirim.

⁴ CÂMARA, S. X. da V. C. da, SALDANHA, J. de. *Diário Resumido e Histórico. Anais da Biblioteca Nacional*, Rio de Janeiro, v. 51, p. 235-236, 1938.

⁵ A palavra “rincão” aplica-se, regionalmente, a terrenos isolados por rios, arroios ou cordões de matas. Esta definição, aliás, pode ser encontrada em nota de rodapé (página 175), no próprio *Diário Resumido e Histórico*.



No caso de Santa Maria, para nossa sorte, a lista de autores inclui alguns dos nomes mais conspícuos da estante sul-rio-grandense de viajantes, proporcionando depoimentos valiosos sobre a paisagem original, além de subsídios para o estudo da evolução urbana e a valorização do patrimônio cultural da cidade e região.

Dos naturalistas, o primeiro foi o famoso Auguste de Saint-Hilaire⁶. Vindo das antigas Missões jesuíticas, o botânico francês, ao se aproximar de Santa Maria em 8 de abril de 1821, anotou:

*Achei encantadora a região percorrida para vir até aqui. [...] o horizonte é limitado por uma cadeia de montanhas conhecida sob o nome de Serra Geral. O terreno é, em toda a parte, acidentado; pastagens cobrem o cume e o flanco das colinas; em todas as grotas existem bosques altos e copados. Pouco distanciadas, umas das outras, vêem-se choupanas dotadas de pequeno quintal cercado por sebes secas e plantados de pessegueiros. Rebanhos de gado pastam aqui e acolá nos campos, e nas terras boas vêem-se culturas de milho e outros cereais. A beleza do tempo auxilia à da paisagem que eu contemplei com tanto mais encantamento quanto nos últimos dias de minha viagem me enfadava de ver desertos.*⁷

⁶ Eminent botânico francês, Auguste de Saint-Hilaire (1779-1853) percorreu mais de 2.500 léguas no interior do Brasil, entre os anos de 1816 e 1822, desde o Espírito Santo, Minas Gerais e Goiás, até o Rio Grande do Sul e Uruguai (então Província Cisplatina). Em suas viagens, reuniu cerca de 30.000 coletas botânicas, pertencentes a mais de 7.000 espécies; destas, cerca de 4.500 eram até então desconhecidas pela ciência.

⁷ SAINT-HILAIRE, A de. *Viagem ao Rio Grande do Sul*. Tradução de Leonam de Azevedo Penna. Belo Horizonte: Itatiaia; São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1974. p. 168.



Vista panorâmica tomada da torre central do quartel do 7º Regimento de Infantaria, em 1935. A foto é de Sioma Breitman e pertence ao acervo de Carlos Callage.

⁸ Saint-Hilaire refere-se às atuais ruas do Acampamento e Venâncio Aires.

⁹ A atual praça Saldanha Maranhão.

¹⁰ SAINT-HILAIRE, A. de. *Viagem ao Rio Grande do Sul*. Tradução de Adroaldo Mesquita da Costa. Porto Alegre: Martins Livreiro, 1987. p. 338.

Dois dias depois, o mesmo viajante observou que a então “Capela de Santa Maria” compunha-se de umas 30 casas, distribuídas em um “par de ruas”,⁸ tendo muitas lojas bem montadas e a pequena igreja frente a uma “praça ainda em projeto”.⁹ Distante “meio quarto de légua da Serra”, a região pareceu-lhe “bucólica”, rematando as impressões com uma descrição quase fotográfica do entorno: “De um lado avista-se alegre planície, cheia de pastagens e bosquetes e do outro a vista é limitada por montanhas cobertas de espessas e sombrias florestas”.¹⁰

Apesar do lapso de 188 anos, as referências de Saint-Hilaire não perderam a atualidade, podendo ser facilmente compreendidas pelo leitor atento. Basta levantar os olhos, quando se está na avenida Rio Branco e mirar para o norte, ou de qualquer de suas transversais, para o leste, ou ainda da avenida Fernando Ferrari, em direção sul, para comprovar-se o acerto do renomado viajante. Ocorre que a natureza ainda se impõe na paisagem da moderna cidade, pontilhada de alterosos edifícios.

¹¹ Comerciante de profissão, Louis Frédéric Arsène Isabelle (1807-1888) veio para a América do Sul em 1830, estabelecendo-se inicialmente em Buenos Aires. Dilectante em ciências naturais, viajou pelo Rio Grande do Sul nos anos de 1833 e 1834, fixando suas vivências em *Voyage a Buénos Ayres et a Porto Alègre, par la Banda-Oriental, les Missions d'Uruguay et la Province de Rio-Grande-do-Sul*, vinda a lume em 1835. Radicado em Montevideu, Isabelle publicou, em 1850, outra obra de interesse – *Émigration et colonisation dans la province brésilienne de Rio-Grande-du-Sud, la République Orientale de l'Uruguay et tout le bassin de la Plata* –, onde defende a política de imigração europeia para a região, com vistas a seu desenvolvimento.

¹² ISABELLE, A. *Viagem ao Rio Grande do Sul*. Tradução de Dante de Laytano. Porto Alegre: Museu “Julio de Castilhos”, secção do Arquivo Histórico, 1946. p. 36-37.

¹³ PINTO, I. D. & CLOSS, D. Índice remissivo dos fósseis do Rio Grande do Sul. *Iberingia*, Porto Alegre, v. 1, p. 3-76, 1967.

¹⁴ Sellow encontrou “madeira petrificada” com “estrutura de dicotiledônea” entre São Gabriel e “Cayguaté”, entre os “cerros de Bagé e o passo do Valente”, bem como no vale do rio Negro, próximo à serra de Aceguá (WEISS, C. S. Sobre a extremidade meridional da cordilheira do Brasil, na Província de S. Pedro do Sul e na Banda Oriental ou estado de Monte Video; conforme as coleções do sr. Fr. Sellow. *Boletim do Centro Rio-Grandense de Estudos Históricos*, Rio Grande, v. 2, p. 35-98, 1940).

¹⁵ Natural de Porto Alegre (21 de abril de 1817), Oliveira Bello graduou-se em Direito (São Paulo, 1841), foi promotor de justiça, juiz e final-

Treze anos mais tarde, em 1º de março de 1834, chegava outro eminente francês à “povoação de Santa Maria da Serra”. Vindo de Buenos Aires e a caminho de Porto Alegre, Arsène Isabelle¹¹ estimou sua população entre “mil e mil e duzentas almas”, anotando que a localidade já se constituía em mercado para os habitantes dos arredores “compreendidos entre Cachoeira, Caçapava, Alegrete e São Borja”, atestando uma vocação comercial que o tempo só veio consolidar, fruto do posicionamento geográfico no centro do Estado. Entrando pela “rua da Igreja”, a atual Venâncio Aires, o viajante de Le Havre não deixou de registrar sua boa impressão sobre os elementos dominantes na paisagem:

*Estávamos mesmo ao pé da Serra, que formava como que uma grande muralha escura, destinada a separar em duas partes, mais ou menos iguais, norte e sul, a interessante província do Rio Grande do Sul.*¹²

Com relação ao povoado propriamente dito, pareceu-lhe de aspecto “muito agradável” e de arredores “encantadores e passavelmente povoados”. Quase todas as casas tinham seu “pequeno jardim contendo um laranjal, que lhe dá sombra e contribui para o embelezamento da paisagem”. Ao atravessar o povoado, o atento viajante reconheceu “uma porção de troncos de árvores fósseis” no meio do caminho, alguns com “seis pés ou mais de circunferência por dois ou três pés de comprimento”, tidos pelos habitantes como “pedras comuns”. Sobre esse ponto, aliás, cabe destacar o pioneirismo do viajante francês, pois, antes dele, apenas Friedrich Sellow havia assinalado a ocorrência desse patrimônio natural,¹³ mas em outras partes do Rio Grande do Sul¹⁴.

Em agosto de 1856, por ocasião da campanha para deputado provincial, Luiz Alves Leite de Oliveira Bello¹⁵ anotou que a “Freguezia de Santa Maria” compunha-se de umas 120 casas térreas, em geral “espaçosas”, metade das quais pertencendo a alemães oriundos da Colônia de São Leopoldo. Com olhar crítico, a área urbana pareceu-lhe “muito mal situada”, por assentar-se em “estreita colina ladeada de duas formidáveis sangas”, distando somente “algumas quadras” da Serra.¹⁶

Dois anos mais tarde, em março de 1858, a Santa Maria da Boca do Monte mereceria as palavras mais arrebatadas que já foram escritas sobre a sua paisagem. Aos olhos de Robert Avé-Lallemant,¹⁷ a “singularmente alemã Santa Maria” parecia um “lindo ninho de casas brancas com telhados vermelhos”, frisando que “o arco duplo de laranjeiras”

mente desembargador. Na carreira política, foi presidente do Rio Grande do Sul em dois períodos (1851-1852; 1855) e, posteriormente, presidente do Rio de Janeiro (1861-1863).

¹⁶ BELLO, L. A. L. de O. Diário de uma Excursão Eleitoral – Agosto de 1856. *Revista do Instituto Histórico e Geográfico do Rio Grande do Sul*, Porto Alegre, n. 79, p. 19-22, 1940.

¹⁷ Robert Avé-Lallemant nasceu em Lübeck (Alemanha), em 25 de julho de 1812. Trabalhou 17 anos no Rio de Janeiro, como médico; após curto período na terra natal, dedicou-se a longas e proveitosas excursões pelo interior do Brasil, que renderam-lhe material para algumas das mais notáveis obras da estante brasileira de viajantes.

¹⁸ AVÉ-LALLEMANT, R. *Viaagem pelo sul do Brasil no ano de 1858*. Tradução de Teodoro Cabral. Rio de Janeiro: Instituto Nacional do Livro, 1953. p. 198.

¹⁹ AVÉ-LALLEMANT, R. *Op. cit.*, p. 199.

²⁰ AVÉ-LALLEMANT, R. *Op. cit.*, p. 202.

²¹ Henrique (Enrico) Schutel Ambauer nasceu em Milão (Itália, 1840), cidade onde faleceu no penúltimo dia do século XIX. Por longos anos viveu em Rio Grande (RS), como professor de música.

²² A atual rua do Acampamento.

²³ Atual praça Saldanha Maranhão.

²⁴ A então “rua da Igreja”, atual Venâncio Aires.

²⁵ Atualmente ocupada pelo sítio urbano de Itaara.

em torno da praça, compunha um passeio digno de inveja a “muitas capitais nórdicas”. Lembrando-se da terra natal, o viajante chegou a registrar: “Imagine-se uma rica aldeia à margem da estrada de Darmstadt a Heidelberg ou outro lugar à entrada da montanha, e estamos no centro de Santa Maria”.¹⁸

Igualmente favoráveis são as referências de Avé-Lallemant aos arredores e, principalmente, sobre as vistas que se descortinam desde as montanhas:

*Dei um passeio à tarde para o lado da estrada da serra, região realmente encantadora. A magnífica floresta brilhava ao sol, enquanto, para o sul, os campos se estendiam à distância. Lindas casas de campo ao sopé da serra causam uma agradável impressão; a nenhuma delas falta o sombrio laranjal.*¹⁹

Ao deixar Santa Maria e contemplando-a do alto da serra, o médico alemão não deixou de registrar a beleza circundante, valendo-se de palavras que ainda hoje podem ser utilizadas, apesar de passados mais de 150 anos. Ocorre que a natureza, soberba, ainda se impõe à obra humana, sobrepunhando-a e imprimindo a feição dominante na paisagem. As palavras do viajante de 1858 seguem verdadeiras e podem ser repetidas por qualquer pessoa sensível aos encantos da natureza, ao descer a serra pela estrada do Perau ou que contempla o casario da cidade, na planície ondulante, desde o alto de seus morros:

*Da crista da serra goza-se maravilhosa vista. Sobre belos vales e desfiladeiros descortina-se a aprazível Santa Maria e, mais ao longe, através dos imensos campos da Província, cujas ondulações, vistas do alto, quase desaparecem e se transformam numa planície aparentemente perfeita, em que se alternam os pastos e as matas.*²⁰

Poucos anos mais tarde, Henrique Schutel Ambauer²¹ anotou que a “vila de Santa Maria”, situada sobre o “declive de uma colina” e à distância de “um quilômetro” da “Serra Geral”, ainda compunha-se do mesmo par de ruas: uma com direção sul-norte²², que desemboca na “praça da igreja”,²³ e outra que segue “dessa praça para oeste”²⁴ e continua na estrada da campanha ocidental, onde se bifurca em três ramos: para o norte, rumo a São Martinho, para oeste, em direção a São Vicente e São Borja, e para o sudoeste, a caminho de São Gabriel. Dirigindo-se à Colônia Kroeff,²⁵ pela estrada do Pinhal, o viajante italiano não deixou de comentar sobre a beleza da serra, coberta por “esplêndida” floresta, de “proporções verdadeiramente grandiosas”.

Ao passar por Santa Maria em maio de 1893, o naturalista sueco Carl Axel Magnus Lindman (1856-1928) encantou-se, sobretudo, com a beleza dos campos:

*Os mais lindos encontrei no outono em Santa Maria da Boca do Monte. Verdejantes e macios, estes gramados, por entre os grupos de árvores da beira da mata, com seus esconderijos labirínticos, constituem paisagens românticas de parque, duplamente belas pelo fundo majestoso das montanhas da serra com suas matas virgens e pela deslumbrante luz que reflete do admirável céu sul-brasileiro. A explicação do aparecimento de uma formação tão diversa acha-se certamente no fato de que todo o terreno ao redor desta cidade é pastado e pisado desde muito tempo.*²⁶

²⁶ LINDMAN, C. A. M. A *Vegetação no Rio Grande do Sul*. Tradução de Alberto Löfgren. Belo Horizonte: Itatiaia; São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1974. p. 91-92.

Outro que lança mão de comparações entre a paisagem santa-mariense e imagens presentes em sua memória de viajante é o alemão Bernhard Schwarz (1844-1901). Ao passar em meados de 1900 pelo povoado chamado Colônia, atual bairro Camobi, deixou-nos o seguinte registro:

*Por volta das duas horas da tarde, chegamos a um povoado formado por um grupo de casebres bonitos, no meio de pessegueiros e marmeleiros com flores cor-de-rosa e brancas, videiras com cachos de uva, figueiras, roseiras, loureiros, tuias, laranjeiras e ciprestes; e todo esse recanto agradável cercado da imensa serra, como se seu encanto devesse ficar protegido do resto do mundo: o que poderia haver de mais lindo! Eu cá tive a impressão de estar diante de um pedaço da Itália potenciada – e até com razão, pois esse belo povoado, foi, de fato, fundado por emigrantes italianos e tinha o simples nome de Colônia.*²⁷

²⁷ SCHWARZ, B. Zum 75 Jährigen Jubiläum der deutschen Besiedlung Südbrasilien. Eine Rundfahrt durch die Provinz Rio Grande do Sul. In: *Wissenschaftliche Beilage der Leipziger Zeitung*, Leipzig, n. 45 (edição de 16 de abril de 1901). Fragmento traduzido por Christian Viktor Hamm. p. 177.

²⁸ Atual Av. Rio Branco.

Alguns quilômetros depois, o mesmo visitante desembarcou na estação ferroviária e, pela Avenida Progresso,²⁸ galgou o aclive até a Praça Saldanha Marinho, de onde descontinou o panorama narrado a seguir:

*[...] o que me esperava lá em cima, compensava plenamente o incômodo da subida, no sol quente da tarde. Em direção ao norte, a serra, em toda sua grandiosidade, estava na minha frente, separada apenas pelo vale abaixo de mim, de onde subia a fumaça das locomotivas na estação. Apesar da posição elevada em que me encontrava, a serra parecia ainda mais alta. Quem chegou a conhecer a bela cidade de Neustadt, na região de Haardt, no Reno-Palatinado bávaro, viu uma imagem muito semelhante àquela que se apresentava aos meus olhos na entrada da cidade brasileira de Santa Maria. Não há dúvida: quanto à sua localização, esta cidade é a mais pitoresca de todo o Rio Grande do Sul.*²⁹

²⁹ SCHWARZ, B. *Op. cit.* p. 177.

Como se vê, a janela do trem era ponto de observação privilegiado para atentos viajantes. O que se lê a seguir são as impressões do anônimo O. M. sobre a paisagem que apreciou ao deslocar-se de Santa Maria ao atual município de Itaara, pela ferrovia:

Embarcamos em Santa Maria, às oito e meia da manhã, no trem de Itararé, e daí a poucos minutos começamos a subir a serra.

É esplêndido o panorama que se descortina aos olhos do excursionista, desde o começo da ascensão.

Nas fraldas dos cerros, grandes roças de milho e feijão, bananais e canaviais extensos, cobrem com sua vegetação luxuriante grande parte daqueles soberbos monumentos da natureza, acompanhando os acidentes do terreno em ondulações de efeitos encantadores. O matagal, em plena primavera, apresenta-se ricamente matizado de flores agrestes que embalsamam o ambiente com seus perfumes recendentes. Ali, uma bonita cascata, cujas águas precipitam-se de grande altura, prateiam as paredes alcantiladas de cerros colossais, produzindo cintilações deslumbrantes, ao serem osculadas pelos raios do sol; lá, abaixo, no fundo do precipício, muitas casinhas brancas, cujas proporções olhadas do alto, diminuem às nossas vistas, formando uma bela perspectiva.³⁰

³⁰ M., O. *O Rio Grande do Sul – 1904: visto por dentro*. Porto Alegre: Instituto Gaúcho de Tradição e Folclore, (s. d.), p. 16.

Outro autor que narra suas impressões a partir da janela do trem é Wilhelm Vallentin (1862-1913), que chegou à Santa Maria em uma noite de novembro de 1903:

[...] cintilam à minha frente, no ar cinza da noite, luzes brancas e ofuscantes. A região vai se reanimando; aqui e ali, em esboços irregulares, surgem cabanas e pequenos quintais do cinza-escuro do chão e, então, aparecem prédios maiores, ruas iluminadas com eletricidade, pessoas e carroças, carros e cavalos.³¹

³¹ VALLENTIN, W. *In Brasilien*. Berlin: Hermann Paetel, 1909. p. 197-198. Fragmento traduzido por Teruco Arimoto Spengler.

Embora não colhidas de um livro de viagem, merecem constar as observações sobre aspectos topográficos e hidrográficos de Santa Maria em 1918, de autoria de Francisco Saturnino Rodrigues de Brito (1864-1929), engenheiro contratado pelo intendente Astrogildo de Azevedo para executar um projeto de saneamento da cidade:

[...] tem a sua parte central edificada em um contraforte da Serra Geral, que se bifurca em outros secundários, formando-se os talwegues de forte declive, chamados “sangas”, por onde as águas das chuvas correm torrenciosas para os ribeirões ou “arroios”.

Nas ruas retas, em Santa Maria, traçadas sobre um terreno fortemente acidentado, notam-se como predados estéticos, a sucessão das rampas e contra-rampas e as perspectivas que no horizonte se descobrem para o

*observador situado nos lugares altos, quer a vista se encaminhe segundo as ruas dirigidas para as encostas pitorescas da Serra, quer se escape para o largo horizonte das coxilhas cobertas com os verdes tapetes das pastagens, com aplicações, aqui e ali, dos tufos formados pelos pequenos bosques, de cor verde escura.*³²

³² BRITO, F. S. R. de. Saneamento de Santa Maria. In: *Obras Completas*, Volume XI – Projetos e Relatórios. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1943. p. 13-15.

O alemão Wilhelm Steinitzer, ao visitar Santa Maria no final de 1919, registrou com simplicidade e com encantamento a paisagem: “esta cidadezinha está lindamente situada em meio a uma graciosa região ondulada e ao pé da serra”. Ao partir, rumo ao norte, informou o quanto se demorava o trem para galgar o paredão que separa Santa Maria do planalto:

*Depois de uma hora de subida, passando por uma linda paisagem montanhosa, foi alcançado o imenso planalto que abrange todo o norte do estado do Rio Grande do Sul.*³³

³³ STEINITZER, W. *Brasilianisches Bilderbuch*. München: Ernst Reinhardt, 1928. p. 51. Fragmento traduzido por Harald e Rosani Umbach.

O jornalista e historiador carioca, Luís Gastão d’Escragnolle Doria (1869-1948) exaltou a beleza resultante da profusão de árvores, tanto na área urbana quanto no entorno citadino, na década de 1920:

*Uns dezenove mil habitantes povoam a zona urbana de Santa Maria. Esta, para justificar o nome de Boca do Monte, sobre um monte se reclina, constituindo ele uma espécie de trono ao redor do qual pompeiam colinas, das quais, felizmente, ainda não se ausentaram as árvores. A principal rua de Santa Maria é [...] a Avenida Rio Branco, com quarenta e quatro metros de largura, alegradas por árvores, benditas sejam, calçada, trazendo gente da estação da estrada de ferro à Praça Saldanha Marinho, onde um jardim dá boas-vindas aos recém-chegados e parabéns aos habitantes.*³⁴

³⁴ DORIA, E. Aspectos Nacionais: Santa Maria. In: *Eu sei tudo*, 1927.

Ao engenheiro ferroviário paraense Virgínio Marques Santa Rosa (1905-2001), chamou especial atenção a situação geográfica local:

*Santa Maria da Boca do Monte descansa à beira do grande planalto que se desata de leste a oeste e é avistado ao longo de toda a linha férrea que dali vai ter a Porto Alegre. São as últimas ramificações da Serra do Mar, que lentamente se afasta da costa a partir do litoral catarinense, indo morrer naquelas paragens do extremo-sul em barrancos esborcinados e morrotes esparsos, nus de vegetação.*³⁵

³⁵ SANTA ROSA, V. *Paisagens do Brasil*. Rio de Janeiro: Schmidt, 1936. p. 129.

Na página ao lado, reprodução de pintura acompanhada da legenda “Encantadora paisagem no declive dos morros de Santa Maria”, extraída de MONTE DOMECCQ’ & Cia. *O Estado do Rio Grande do Sul*. Barcelona: Estabelecimento Graphico Thomas, 1916. p. 184 a.



O engenheiro, jornalista, político e militar carioca José de Lima Figueiredo (1902-1956) também deixou-nos um interessante registro:

Bela e boa como a santa que lhe deu o nome, a cidade de Santa Maria se senta no dorso de ondulantes elevações, balizando, aos viajantes que vêm da planície, o caminho da serra com seu casario branco, donde se destaca a pomposa catedral com seus coruchéus aprumados dominando as circunvizinhanças.

No céu se esbatem os contornos caprichosos da serra, quando não estão cobertos pela cerração que são os véus – uns espessos, outros vaporosos.³⁶

³⁶ LIMA FIGUEIREDO, J. de. *Cidades e Sertões* (Páginas de História e Geografia do Brasil). Rio de Janeiro: Gráficos Bloch, 1941. p. 9.

³⁷ Natural de Pelotas (1865), é um dos maiores nomes da literatura sul-rio-grandense. De sua obra, destacam-se: *Contos gauchescos* (1912), *Lendas do sul* (1913), *Cancioneiro guasca* (1910) e *Casos do Romualdo* (edição póstuma, 1952).

³⁸ SIMÕES LOPES NETO, J. *Contos gauchescos e lendas do sul*. Rio de Janeiro: Editora Globo, 1957. p. 123.

De natureza distinta, por sua origem literária, são as referências de João Simões Lopes Neto³⁷ à cidade, perpetuadas em *Contos Gauchescos*. Na voz de Blau, o vaqueano, a “fagueira e tranqüila” Santa Maria foi comparada a “um fantástico algodão em explosão de casulos”, por seu casario branco, emergindo do verde-negro das “montanhas copadas”.³⁸ Com insuperável imagem poética, o grande regionalista logrou resumir a feição mais saliente do entorno citadino, compondo uma paisagem que ainda hoje pode ser reconhecida por quem chega do sul do Estado e observa, à distância, a silhueta dos prédios contra o fundo verde-escuro das montanhas.

Distanciados no tempo, o testemunho desses autores merece atenção não apenas pelo renome dos mesmos na bibliografia sul-rio-grandense, mas, sobretudo, pela primazia histórica de reconhecer, na paisagem de Santa Maria, os atributos de um patrimônio natural admirável.

Marcada por morros e florestas, a paisagem de Santa Maria constitui, indiscutivelmente, um bem imaterial da cidade. Neste contexto, torna-se prioritário que a população tenha consciência de seu real valor, o que implica amplo e duradouro trabalho educativo. Neste caso, não bastam normas ou leis: é preciso que os santa-marienses reconheçam, no exuberante entorno citadino, a existência de um patrimônio natural de primeira grandeza, digno de ser melhor conhecido, benquisto e protegido.

José Newton Cardoso Marchiori é engenheiro florestal, doutor em Ciências Florestais e professor do Departamento de Ciências Florestais do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria. marchiori@pq.cnpq.br

Valter Antonio Noal Filho é graduado em Comunicação Visual, ofício que exerce na Universidade Federal de Santa Maria. valter@infoway.com.br



GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA DE SANTA MARIA

Pedro Luiz Pretz Sartori

Ao longo do Triássico, a região de Santa Maria estava inserida na parte meridional da Bacia Sedimentar Intracratônica do Paraná, que se havia originado por processos geotectônicos pós-orogênicos, durante a era Paleozóica, no continente de Gondwana.

A sedimentação continental que, por último, preencheu essa bacia sedimentar, está representada por uma sequência de camadas vermelhas depositadas em ambientes fluvial e lacustre alternados, relacionados à existência de água permanente e de ocorrência restrita, mostrando características locais e conteúdo fossilífero que tem despertado, desde longa data, o interesse de cientistas nacionais e de outros países.

Após um longo período de erosão continental, durante o Jurássico, o ambiente desértico estabelecido e iniciado com a sedimentação de arenitos eólicos foi seguido, no início do Cretáceo, por extensa atividade vulcânica relacionada à abertura do Atlântico Sul, o que recobriu parcialmente essa sequência sedimentar de forma transgressiva – inicialmente com derrames de lavas básicas, por fusões parciais advindas do Manto Superior com assimilação crustal e, posteriormente, com a ascensão dos derrames de lavas ácidas provenientes de fusões parciais na base da Crosta Continental.

A configuração do relevo evoluiu, a partir do Terciário, por processos erosivos associados aos climas úmidos, alternados com climas áridos e semi-áridos, processos que comandaram a esculturação da paisagem atual.

Geologia de Santa Maria

As principais unidades estratigráficas e formas de relevo, identificadas no município de Santa Maria, estão representadas na figura 1/quadro 1 e descritas a seguir.

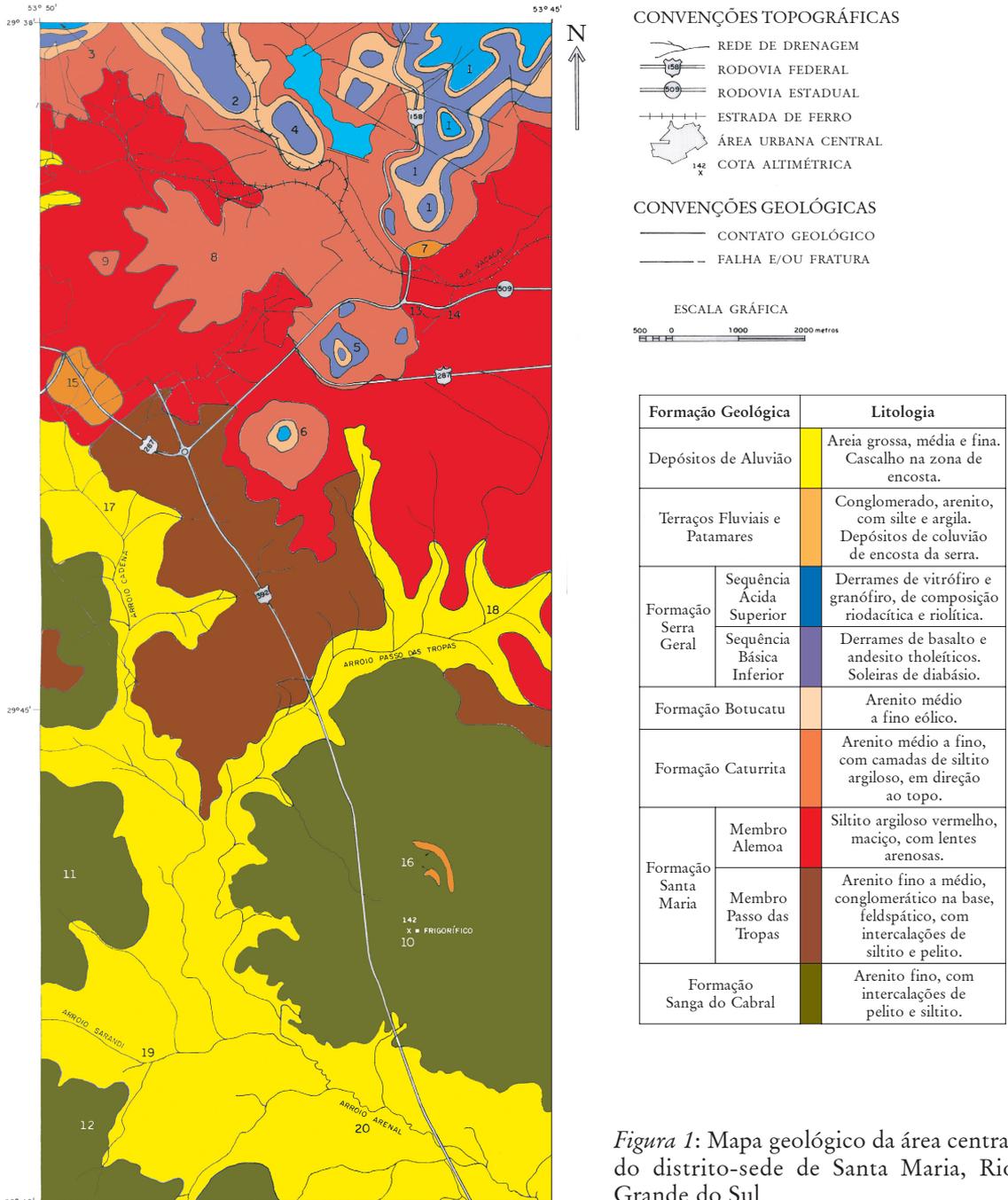


Figura 1: Mapa geológico da área central do distrito-sede de Santa Maria, Rio Grande do Sul

Quadro 1: Formas de relevo no mapa geológico de Santa Maria.

Formas de relevo	Ocorrência no mapa	Nº no mapa
Conjunto de Morros	Montanha Russa	1
Morros	Morro do Link	2
	Morro da Caturrita	3
Morro Testemunho Engastado	Cerro de Santa Maria	4
Morros Testemunhos	Cerrito	5
	Cerro Mariano da Rocha	6
Patamar	Patamar da Vila Bilibio	7
Coxilhas Altas	Coxilha do Acampamento	8
	Coxilha do Quartel	9
	Coxilha do Frigorífico	10
Coxilhas Baixas	Coxilha da Conceição	11
	Coxilha do Pinheiro	12
Voçorocas	Sanga da Alemoa	13
	Sanga Grande	14
Terraços Fluviais	Terraço do Patronato	15
	Terraço do Passo das Tropas	16
Planícies Aluviais	Planície do Arroio Cadena	17
	Planície do Arroio Passo das Tropas	18
	Planície do Arroio Sarandi	19
	Planície do Arroio Arenal	20

1. Formação Sanga do Cabral

O substrato dos distritos de Santa Flora, Passo do Verde, Arroio do Só, São Valentim e Pains é constituído, nas áreas de coxilhas, pela sequência sedimentar mais antiga e que compõe parte da Formação Sanga do Cabral¹, do Triássico Inferior (Induano). As camadas apresentam direção geral leste-oeste, com suave mergulho regional inferior a 4°, para o norte.

A fácies arenito fino-argiloso superior² dessa formação, no município de Santa Maria, é constituída principalmente por arenitos vermelhos consolidados, de granulometria fina a média, de composição quartzo-feldspática, com proporções variáveis de silte e argila e predomínio das estratificações cruzadas do tipo acanalada e planar, de origem fluvial (figura 2). Constituem depósitos sedimentares de inundação, em planícies aluviais, com canais rasos e sinuosos, numa zona plana e arenosa que lembra um sistema de *playa*.

¹ ANDREIS, R. R.; BOSSI, G. E. & MONTARDO, D. K. O Grupo Rosário do Sul (Triássico) no Rio Grande do Sul. In: CONGR. BRAS. GEOL., 31, Camboriú, SBG, v. 2, p. 659-673, 1980.

² BÖGER, H. & KOWALCZYK, G. Stratigraphische, Sedimentologische und Paläoökologische Untersuchungen in Mesozoikum der Depression periferica in Rio Grande do Sul, Brasilien. *Berichte-Report*, Kiel, Geol.-Paläont. Inst. Univ. Kiel, n° 63, 72 S., 4 Abb., 9 Tab., 1993.



Figura 2: Arenito com estratificação cruzada acanalada de ambiente fluvial da Formação Sanga do Cabral. Corte da rodovia BR-392, Distrito Passo do Verde (Fotografia: C. A. Bortoluzzi, 1971).

A textura desses arenitos torna-os pouco permeáveis, resultando num aquífero com baixas vazões (inferiores a $3\text{m}^3/\text{h}$)³ nos poços que são perfurados.

2. Formação Santa Maria

O limite sul do distrito sede de Santa Maria assinala, no Arroio Passo das Tropas, o contato inferior da Formação Santa Maria, em discordância erosiva, sobreposta à Formação Sanga do Cabral. A sequência deposicional que compõe a Formação Santa Maria⁴, em direção ao norte, aflora ao longo desse Distrito. Por esta razão, a geologia dessa área é um diferencial local, de grande importância no estudo da sedimentação triássica que preencheu a Bacia Sedimentar do Paraná, tendo propiciado inúmeros trabalhos científicos, durante o século passado, por geólogos e paleontólogos do país e do exterior.

Estratigraficamente, essa formação foi dividida em dois membros: Passo das Tropas e Alemoa, com idade correspondente ao Triássico Médio (Ladiniano – Carniano).

2.1. Membro Passo das Tropas

A sequência inferior da Formação Santa Maria, descrita ao longo da BR-392 a partir do Arroio Passo das Tropas, distante aproximadamente 5km da cidade de Santa Maria, é referida como Membro Passo das Tropas (figura 3), constituído na sua base⁵ por um arenito vermelho claro, grosseiro, feldspático, friável e bastante poroso, com estratificação cruzada irregular e planar de origem fluvial, depositado em planícies de inundação (figura 4). Seixos e grânulos de quartzo arredondados e intraclastos argilosos vermelhos fossilíferos (com im-

³ MACHADO, J. L. F. Resposta aquífera das litologias gonduânicas na região de Santa Maria, RS. *Ciência e Natura*, Santa Maria, v. 12, p. 123-126, 1990.

⁴ BORTOLUZZI, C. A. Contribuição à geologia da Região de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisas*, Porto Alegre, v. 4, n. 1, p. 7-86, 1974.

⁵ BORTOLUZZI, C. A. *Op. cit.*

pressões da flora *Thinfieldia-Dicroidium*, conchostráceos e asas de insetos) constituem níveis conglomeráticos, seguidos de siltito argiloso e arenito siltico-argiloso, estratificados e de cor rosa-avermelhada original. Variações na coloração, em afloramento, são devidas a processos de lixiviação secundária do pigmento ferruginoso. Um dos últimos afloramentos que assinalam o topo desta sequência situa-se a uns 500 metros ao sul do entroncamento da BR-392 com a BR-158.



Figura 3: Coxilha constituída pelo arenito basal do Membro Passo das Tropas da Formação Santa Maria. Vista a partir da BR-392, nas proximidades do Arroio Passo das Tropas (Fotografia: Pedro Sartori, 2008).



Figura 4: Detalhe da composição do arenito grosseiro e bastante poroso do Membro Passo das Tropas da Formação Santa Maria, que se constitui no principal aquífero da região (Fotografia: Pedro Sartori, 2008).

O arenito basal dessa unidade estratigráfica é muito permeável, constituindo o melhor aquífero da região, extenso, contínuo, livre na sua área de exposição superficial e confinado para o norte, em direção à cidade, para onde se dirigem as linhas de fluxo de água pelas condições estruturais e o mergulho das camadas sedimentares. A sua alimentação ocorre na área de exposição superficial, sendo vulnerável à poluição, com vazões dos poços⁶ entre 3,5-10m³/h. Na área urbana, poços com profundidade variável entre 70-90 metros captam água de boa qualidade, pelo confinamento em que se acha o aquífero, com vazões de 30 a 60m³/h.

⁶ MACHADO, J. L. F. *Op. cit.*

2.2. Membro Alemoa

O contato do Membro Passo das Tropas com a sequência superior da Formação Santa Maria⁷, denominada Membro Alemoa, marca a transição gradual de camadas de um arenito rosa-avermelhado para um siltito argiloso, vermelho e maciço, que caracteriza este último membro estratigráfico (figura 5). Partindo do entroncamento da BR-392 com a BR-158 até o corte da ferrovia da Vila Kennedy, nas proximidades da vila Portão Branco localizada no extremo noroeste da cidade, observa-se essa litologia, contendo camadas de caliche e concreções carbonáticas irregulares descritas como calcretes⁸, originada num sistema lacustre efêmero, de águas rasas, caracterizando depósitos sedimentares do tipo *mud flat* num sistema de *playa*, em parte evaporítico⁹. Lentas arenosas se intercalam em direção ao topo. Uma importante paleofauna de répteis fósseis do período Triássico, encontrados nessa unidade sedimentar, vem sendo descrita e classificada por paleontólogos do Brasil e do exterior, desde o início do século passado.

⁸ SILVÉRIO DA SILVA, J. L. *Estudo dos processos de silicificação e calcificação em rochas sedimentares mesozóicas do Rio Grande do Sul*. UFRGS. Porto Alegre. Curso de Pós-Graduação em Geociências. Tese (doutorado em Geociências). 1997. 157 p.

⁹ BÖGER, H. & KOWALCZYK, G. *Op. cit.*

Esse siltito argiloso impermeável constitui um importante aquíclode, não armazenando nem transmitindo água, tornando confinado e livre de poluição o aquífero subjacente Passo das Tropas, referido anteriormente.

¹⁰ BORTOLUZZI, C. A. *Op. cit.*

ANDREIS, R. R.; BOSSI, G. E. & MONTARDO, D. K. *Op. cit.*

MEDEIROS, E. *Estratigrafia do Grupo São Bento na Região de Santa Maria e Considerações sobre Paleocorrentes*. UFRGS. Porto Alegre. Curso de Pós-graduação em Geociências. Dissertação (Mestrado em Geociências). 1980. 135 p.

3. Formação Caturrita

Ao longo da área urbana da cidade situa-se, na altitude aproximada de 120 metros, o contato discordante (figura 6) do Membro Alemoa com a Formação Caturrita¹⁰, sobreposta, constituída por um conglomerado basal contendo seixos de siltito argiloso vermelho, seguido por arenito rosa-avermelhado de granulometria média a fina, com intercalações lenticulares, rumo ao topo, de siltito e folhelho, todos de coloração avermelhada. Estratificação cruzada acanalada no arenito, com variações em forma e amplitude, registra o

ambiente fluvial, de fluxo ramificado e na porção mais inferior com a participação de níveis de corrente, em que se depositou (figura 7). Troncos vegetais silicificados de dimensões variadas estão contidos nesse arenito¹¹, geralmente na altitude em torno de 135 metros. Na zona de encosta da serra, junto ao posto da Polícia Federal na BR-158, ocorrem fósseis de conchostráceos e escamas de peixes, nas camadas de silito argiloso.¹² A idade desta formação refere-se ao Triássico Superior (Noriano – Rético).¹³

¹¹ BORTOLUZZI, C. A. *Op. cit.*

¹² KATOO, Y. *Conchostráceos mesozóicos do Sul do Brasil*. UFRGS. Curso de Pós-graduação em Geociências. Dissertação (Mestrado em Geociências). 1971. 87 p.

¹³ ZERFASS, H.; LAVINA, E. L.; SCHULTZ, C. L.; GARCIA, A. J. V.; FACCINI, U. F. & CHEMALE Jr., F. Sequence stratigraphy of continental Triassic strata of Southernmost Brazil: a contribution to Southwestern Gondwana palaeogeography and palaeoclimate. *Sedimentary Geology*, 161, p. 85-105, 2003.



Figura 5: Silito argiloso contendo ossos de répteis fósseis do Membro Alemoa. Sanga Grande (Fotografia: C. A. Bortoluzzi, 1971).



Figura 6: Contato discordante do Membro Alemoa (em primeiro plano) com a Formação Caturrita (em segundo plano), na vertente norte do Cerriquito, Km 3 da RS-509 (Fotografia: Pedro Sartori, 2000).



Figura 7: Formação Caturrita, com estrutura de corte e preenchimento de canal fluvial, contendo troncos vegetais petrificados, na altitude de 135 m. Corte do viaduto da ferrovia, na rua Euclides da Cunha. Em segundo plano, vista parcial do flanco oeste do Cerro de Santa Maria com topo tabular, recoberto pelo primeiro derrame de basalto (Fotografia: C. A. Bortoluzzi, 1971).

A Formação Caturrita, de ocorrência restrita na Bacia Sedimentar do Paraná, mas descrita primeiramente no município de Santa Maria, deve obedecer à concepção original de Bortoluzzi¹⁴. Esta sequência sedimentar padrão, com expressão em área de ocorrência mapeável na superfície, relacionada ao ambiente de sedimentação que se estabeleceu nesta área, deve ser referida como tal, com depósitos sedimentares de canais fluviais e de frente deltaica.

Os arenitos com troncos vegetais silicificados não aparecem diretamente recobertos pelo Arenito Botucatu sobreposto, devido aos processos de dissecação fluvial e erosão que ocorreram nessa área da Depressão Periférica.

Com relação ao arenito mais grosseiro contendo troncos vegetais silicificados, localizado na região correspondente à Depressão do Rio Ibicuí, situada a oeste do eixo tectônico São Gabriel-Santa Maria, Faccini¹⁵ descreveu como Arenito Mata e Böger & Kowalczyk¹⁶ como Camadas Mata, sem conseguirem determinar subsídios que pudessem estabelecer um posicionamento estratigráfico preciso para as camadas. Tais denominações, portanto, não devem ser utilizadas na localidade-tipo da Formação Caturrita, referida originalmente como membro¹⁷ e, posteriormente, elevada à categoria de formação¹⁸. Em Santa Maria, portanto, uma

¹⁴ BORTOLUZZI, C. A. *Op. cit.*

¹⁵ FACCINI, U. F. *O Permo-Triássico do Rio Grande do Sul. Uma análise sob o ponto de vista das sequências deposicionais.* UFRGS. Curso de Pós-Graduação em Geociências. Dissertação (Mestrado em Geociências), 1989. 121 p.

¹⁶ BÖGER, H. & KOWALCZYK, G. *Op. cit.*

¹⁷ BORTOLUZZI, C. A. *Op. cit.*

¹⁸ ANDREIS, R. R.; BOSSI, G. E. & MONTARDO, D. K. *Op. cit.*
MEDEIROS, E. *Op. cit.*

¹⁹ BORTOLUZZI, C. A. *Op. cit.*

²⁰ KATOO, Y. *Op. cit.*

eventual divisão da Formação Caturrita em duas sequências (uma contendo troncos vegetais silicificados¹⁹ em contato discordante com o Membro Alemoa, e outra diretamente em contato com o Membro Alemoa, contendo, dentre outros, fósseis de invertebrados²⁰) necessitaria de novos trabalhos de campo específicos, nesta área da seção-tipo da formação.

A Formação Caturrita constitui um aquífero contínuo, extenso, de boa permeabilidade, geralmente livre, sujeito a contaminação. Na área urbana de Santa Maria, com vazões dos poços inferiores a 5m³/h, atualmente se apresenta, em grande parte, poluído.

4. Formação Botucatu

No extremo norte da Depressão Periférica, nos distritos Sede, Santo Antão, Boca do Monte e Arroio Grande, na altitude média das elevações que compõem a Serra Geral, ocorre, sotoposta em discordância erosiva sobre a Formação Caturrita, a Formação Botucatu, constituída por arenito eólico de cor rosa-avermelhada, granulometria fina a média, homogênea, e com estratificação cruzada de grande porte, depositado em ambiente desértico (figura 8). A exposição desta rocha, portanto, não é expressiva em área. Na BR-158, o contato entre as duas formações situa-se na altitude em torno de 250 metros, ao sul do viaduto do vale do Menino Deus (Garganta do Diabo), no morro do Santuário. A espessura dos arenitos é ali bastante variável. Ao norte de Camobi ocorrem apenas camadas de arenito eólico *intertrap* (interderrame), com os primeiros derrames da Formação Serra Geral recobrimdo a Formação Caturrita.

Em determinados locais, variações na espessura do Arenito Botucatu são causadas pela junção com camadas de arenito *intertrap*.²¹ Assim, na parte oeste do morro do Link, em direção ao Morro da Caturrita, observa-se uma espessa camada de arenito eólico resultante da união do arenito subjacente às lavas, com a primeira e segunda camadas de arenito *intertrap*. O contato interdigitado entre o arenito eólico e os derrames de lava permite considerar a idade Cretáceo Inferior para a Formação Botucatu.

Esse arenito, bastante permeável, apresenta um posicionamento topoestrutural que dificulta a alimentação e o armazenamento de água subterrânea, pois a sua área de exposição superficial em Santa Maria restringe-se às vertentes dos morros testemunhos e das elevações que compõem a Serra Geral.

²¹ VEIGA, P. *Estudo dos Arenitos Intertrapps da Formação Serra Geral na Região de Santa Maria-RS*. UFRGS. Porto Alegre. Curso de Pós-graduação em Geociências. Dissertação (Mestrado em Geociências). 1973. 88p.



Figura 8: Arenito eólico da Formação Botucatu, com estratificação cruzada de grande porte. Corte da BR-158, na subida da Serra do Pinhal, na curva antes do viaduto do Vale do Menino Deus (Garganta do Diabo). (Fotografia: Pedro Sartori, 2008)

5. Formação Serra Geral

Na região serrana que delimita o norte do município de Santa Maria, a Formação Serra Geral recobre o arenito eólico da Formação Botucatu, estando representada por uma sucessão de derrames de lavas de origem vulcânica fissural, relacionados com a época de abertura do Atlântico Sul, e que recobriram grande parte das rochas sedimentares da Bacia do Paraná, durante o Cretáceo.

A estratigrafia dos derrames, observada ao norte da cidade de Santa Maria, revelou a existência de uma sequência inferior básica (basaltos-andesitos tholeíticos) e outra superior ácida (vitrófiros, riólitos-riodacitos granofíricos)²².

A sequência inferior está representada por três derrames de lava, com espessura variável; a base do primeiro fica a uma altitude entre 200-250 metros, em contato ora com o arenito eólico da Formação Botucatu, ora sobre o arenito fluvial da Formação Caturrita. Os derrames possuem espessura variável, entre 30-50 metros, mostrando intercalações de camadas de arenito interderrame (*intertrap*) originado por transporte e deposição eólica, registrando o caráter intermitente, com certo espaço de tempo entre um derrame e outro. As rochas são basaltos-andesitos tholeíticos, de cor

²² SARTORI, P. L. P. & GOMES, C. B. Composição Químico-Mineralógica das Últimas Manifestações Vulcânicas na Região de Santa Maria, RS. *An. Acad. Brasil. Ciênc.*, Rio de Janeiro, v. 52, nº 1, p. 125-133, 1980.

cinza-escuro, constituídos por plagioclásio cálcico clinopiroxênio, magnetita e material intersticial de quartzo e material desvitrificado (figura 9).

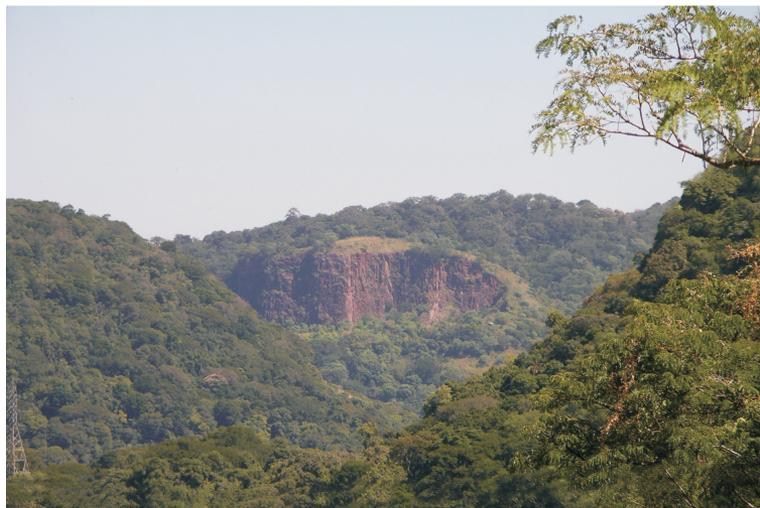


Figura 9: Antiga pedreira da viação férrea, localizada no cerro do Link (volta do Felizardo), constituída pelo primeiro derrame de basalto, da sequência básica inferior, da Formação Serra Geral. Vista a partir da BR-158, na subida da serra. (Fotografia: Pedro Sartori, 2008)

A sequência superior é formada por dois derrames distintos, com a base situada entre 280-380 metros de altitude. Um derrame de vitrófiro ácido (rico em sílica), de cor preta original, com estrutura fluidal, pequena espessura e reduzida distribuição horizontal, representa volume menor de lava, solidificado rapidamente na superfície.

O quinto e último derrame da sequência superior de riólito-riodacito, com textura granofírica, apresenta maior espessura e extensa distribuição horizontal nessa área mais meridional do Planalto da Serra Geral. A rocha (granófiro) exhibe cor cinza-clara, microcristalina, constituída por cristais de plagioclásio, clinopiroxênios, hornblenda uralítica e magnetita, envolvidos por uma trama de intercrescimento micrográfico entre quartzo e sanidina sódica. Este derrame é mais espesso para leste e para sul da cidade, transgredindo sobre os inferiores, pois enquanto o Cerrito é capeado pelo segundo derrame de basalto em contato com a Formação Botucatu, na altitude de 257 metros, o Cerro Mariano da Rocha²³, mais ao sul, é recoberto tão somente pelo quinto derrame de riólito que repousa diretamente sobre o arenito Botucatu, na altitude de 225 metros.

²³ Originalmente denominado Cerro do Abraão, conforme MARCHIORI, J. N. C.; MACHADO, P. F. S. & NOAL Fº, V. A. *Do céu de Santa Maria*. Santa Maria: Prefeitura Municipal de Santa Maria, 2008. p. 66.

²⁴ SARTORI, P. L. P.; VEIGA, P.; GASPARETTO, N. V. L.; MACIEL FILHO, C. L. & MEDEIROS, E. R. As relações estratigráficas entre as formações geológicas da bacia do Paraná na região de Santa Maria, RS. In: SIMP. SUL-BRAS. DE GEOL., III. Curitiba. Atas, v. 1, p. 379-392, 1987.

Separando as duas sequências de derrames básicos e ácidos, ocorre uma camada, com espessura variável, de arenito eólico²⁴. Nas proximidades da Sesmaria da Palma e no Vale dos Panos, ao norte de Camobi, a sequência básica está ausente e a camada de arenito ocupa o intervalo entre a Formação Caturrita e a sequência dos derrames ácidos.

Toda essa atividade vulcânica que precedeu a abertura do Atlântico Sul deve ter durado menos de 10 milhões de anos. As relações de contato observadas em Santa Maria, com a camada de arenito *intertrap*, indicam que houve certo intervalo de tempo entre o vulcanismo básico inicial e o vulcanismo ácido final.

Pelas suas características petrográficas, o último derrame de riólito é o que apresenta um padrão de fraturamento mais regular: na zona central, a disjunção colunar subvertical permite a obtenção de pedra de alicerce e paralelepípedo regular para calçamento de rua (figura 10); na parte superior, o fraturamento sub-horizontal em lajes, gerado pelo fluxo laminar da lava mais viscosa, possibilita a extração de laje usada em pisos de calçadas e revestimentos de paredes. Além disso, pela maior resistência da rocha aos processos de alteração superficial, ela é usada, na sua extração em pedreiras, para a obtenção de pedra britada, de diferentes tamanhos.

Até a década de 1970, a extração de rocha para as obras de engenharia em Santa Maria era obtida de pedreiras localizadas nas encostas dos morros, ao norte da cidade, situadas no primeiro derrame de basalto (Pedreira do Cerro de Santa Maria²⁵, Pedreira da Viação Férrea na Volta do Felizardo, e Pedreira do Link), fornecendo pedra de calçamento irregular para as ruas da cidade, pois o basalto, pelas suas características, não possibilita a obtenção de paralelepípedo regular.

Hoje, a extração de rocha ocorre, tão somente, no derrame superior de riólito, na Brita Pinhal Indústria e Comércio Ltda, que se situa no município de Itaara na proximidade do limite com o município de Santa Maria. Esta é a rocha de melhores características geotécnicas para as obras de engenharia.

Na origem dos derrames²⁶, durante o Cretáceo Inferior, o vulcanismo através de fraturas relacionadas com a abertura do Atlântico Sul provocou, inicialmente, a ascensão de lavas básicas gerando derrames de basaltos-andesitos tholeíticos, provenientes do manto superior e com assimilação crustal. Na etapa seguinte, com maior contribuição de material gerado por fusão parcial na base da crosta conti-

²⁵ Atualmente também conhecido como Morro do Cechella.

²⁶ CORDANI, U. G.; SARTORI, P. L. P. & KAWASHITA, K. Geoquímica dos isótopos de estrôncio e a evolução da atividade vulcânica na bacia do Paraná (Sul do Brasil) durante o Cretáceo. *An. Acad. Bras. Ciênc.*, Rio de Janeiro, v. 52, n° 4, p. 811-818, 1980.

mental, originaram-se os derrames ácidos de vitrófiro pelo resfriamento rápido, na superfície, de pequenos volumes de lava. Por último, os riólitos-riodacitos representaram volume maior de lavas ácidas, submetidas na superfície a condições de resfriamento mais lento.



Figura 10: Riólito (granófiro) de cor cinza clara, constituinte do quinto derrame da sequência ácida superior da Formação Serra Geral, com fraturamento subvertical, que possibilita a obtenção de blocos e paralelepípedos regulares de rocha, usados para alicerce e calçamento. Pedreira da Brita Pinhal Indústria e Comércio Ltda. (Fotografia: Pedro Sartori, 2008).

Esses derrames de lava, na área municipal, deram origem a aquíferos nos morros da Serra Geral, restritos às zonas fraturadas e contatos interderrames, tendo ou não camadas de arenito *intertrap*. Nas zonas de diaclasamento sub-horizontal, formaram-se fontes naturais de água a partir das encostas.

6. Terraços fluviais e depósitos coluvionares

A principal área de ocorrência de terraços fluviais acompanha as margens do Arroio Grande, do Arroio do Meio e do Rio Vacacaí-Mirim, recobrando o Membro Passo das Tropas, numa altitude de 10-20 metros acima das planícies aluviais²⁷. Conglomerado com seixos de rochas vulcânicas da Formação Serra Geral e arenitos médios a finos de cor rosa-avermelhada, estratificados, com camadas argilosas intercaladas constituem as litologias dominantes.

²⁷ SARTORI, P. L. P.; VEIGA, P.; GASPARETTO, N. V. L. & MACIEL FILHO, C. L. Mapa Geológico da Folha de Camobi-RS. Texto Explicativo. FINEP-UFSM, *Mapa*, Santa Maria, n° 1, p. 1-10, 1988.

Na localidade Passo das Tropas, no trecho da antiga estrada Santa Maria-São Sepé, em direção ao Frigorífico Silva, ao longo das margens de um arroio afluente do Arroio Arenal, ocorre um importante terraço fluvial formado, em subsuperfície, por uma camada lenticular composta de areia (66%), silte (15%) e argila (19%), baixos teores de ferro, sódio e potássio; o componente mineral das frações areia e silte é o quartzo e da fração argila é a caulinita. Assim, esta camada constitui-se numa excelente terra refratária.

Depósitos coluvionares constituídos por uma mistura de fragmentos de tamanho variado de rochas vulcânicas da Formação Serra Geral e de arenitos da Formação Botucatu ocorrem de forma descontínua nas encostas dos morros da Serra Geral, como na vertente sul do primeiro morro da Montanha Russa, onde está localizada a Vila Bilibio (figura 11). No Cerro de Santo Antão, o colúvio é formado essencialmente por areias da Formação Botucatu.

7. Depósitos de aluvião

Depósitos de aluvião aparecem ao longo das planícies fluviais que acompanham a rede hidrográfica do Município. Os sedimentos são representados por cascalhos, nas proximidades da zona serrana, e por areia, nas planícies da Depressão Periférica.

As principais jazidas de areia exploradas economicamente, estão localizadas no Rio Vacacaí, nos distritos do Passo do Verde (figura 12) e de Santa Flora, que fazem divisas com o município de São Sepé (figura 13), onde, pela maior proximidade das nascentes, situadas no Planalto Sulrio-grandense, são obtidas areias grossas e médias; na planície do Arroio Arenal, na divisa dos distritos Sede e Pains, extrai-se areia média.

Esses depósitos de aluvião, devido a sua reduzida espessura, são inexpressivos para a captação de água subterrânea através de poços tubulares, sendo explorados localmente por meio de poços rasos, escavados.

Geomorfologia de Santa Maria

O relevo do município de Santa Maria²⁸ está inserido na unidade morfoestrutural da Bacia Sedimentar do Paraná, que, durante os períodos Triássico e início do Cretáceo, foi preenchida por uma sedimentação continental característica, representada por camadas vermelhas (*red beds*) depositadas por sistemas fluviais alternados com lacustres, seguidos por arenitos eólicos de ambiente desértico.

²⁸ PEREIRA, P. R. B.; GARCIA NETO, L. R.; BORIN, C. J. A. & SARTORI, M. G. B. Contribuição à geografia física do município de Santa Maria: unidades de paisagem. *Geografia Ensino & Pesquisa*, Santa Maria, n° 3, p. 41-68.



Figura 11: Depósito coluvionar de encosta da Serra Geral, na Vila Bilibio, sobre o qual foram construídas casas de moradia. (Fotografia: Pedro Sartori, 2000)

No Cretáceo Médio Inferior, extensa atividade vulcânica fissural, relacionada com a abertura do Atlântico Sul, recobriu na forma de sucessivos derrames de lava grande parte da referida bacia sedimentar.

A situação geográfica do município de Santa Maria assinala a transição da sequência sedimentar de camadas vermelhas com os derrames de lava subsequentes. Por isso, nesta área, duas unidades morfoesculturais modeladas durante o Terciário e Quaternário originaram a Depressão Periférica e a Serra Geral, resultantes dos processos de dissecação fluvial e erosão (figura 14).



Figura 12: Rio Vacacaí. O pequeno volume de água no canal fluvial destaca os depósitos recentes de areia, ao longo das suas margens, na planície aluvial. Vista no sentido da montante do rio, a partir da ponte da BR-392, no Distrito do Passo do Verde. (Fotografia: Pedro Sartori, 2005)



Figura 13: Vista aérea da ponte sobre o Rio Vacacaí, que estabelece o limite sul do 6º Distrito do Passo do Verde com o município de São Sepé. Depósitos de areia na planície aluvial do rio, nas proximidades da ponte da BR-392, mostram a sua extração econômica. Foto obtida em 22/11/2003, quando o canal fluvial estava totalmente preenchido, em razão da alta pluviosidade que vinha acontecendo. (Fotografia: Pedro Sartori, 2003)

1. *Depressão Periférica*

O município de Santa Maria assinala, também, o limite entre duas unidades geomorfológicas: a Depressão do Rio Jacuí, que abrange a maior parte do município, e a Depressão do Rio Ibicuí, que abarca a extremidade oeste do distrito de Boca do Monte. O eixo tectônico São Gabriel – Santa Maria separa essas duas unidades através de um conjunto de coxilhas topograficamente mais altas. Distante cerca de 14km da cidade de Santa Maria, no alto da Coxilha do Pompílio, localizada no distrito de Boca do Monte, onde o substrato é constituído pela Formação Santa Maria, a BR-287 atravessa o limite entre as duas bacias, na altitude de 145 metros. Para o sul, essa coxilha se soma a um conjunto de coxilhas assinalado pelo traçado da estrada municipal que, passando pela Colônia Pedro Stock, Estância Velha e Porteirinha, tem continuidade no município de Dilermando de Aguiar, estabelecendo o limite entre os tributários das duas bacias hidrográficas que drenam as respectivas depressões.

As formas de relevo dominantes nessas áreas de depressão são do tipo coxilhas e planícies aluviais.

²⁹ Denominação regional de colinas.

1.1. *Coxilhas*²⁹

Nos distritos de Santa Flora, Passo do Verde, Arroio do Só e parte centro-sul dos distritos de Pains, São Valentim e Boca do Monte, as formas de relevo são caracterizadas por coxilhas suaves e contínuas que se constituem em divisores de água de pequena amplitude, separando as sub-bacias hidrográficas dos rios Vacacaí e Ibicuí e que, por isso mesmo, foram ocupadas pelo traçado das estradas no interior do município. O substrato delas é constituído, essencialmente, pelos arenitos da Formação Sanga do Cabral. Deste grupo, no distrito de Santa Flora, várias se destacam:

- a) A Coxilha de Santa Catarina separa a sub-bacia da Sanga da Areia da sub-bacia do arroio São Gabriel, e dos tributários menores que deságuam no rio Vacacaí, na altitude de 130 metros. A Coxilha Bonita dá continuidade a esta, separando as sub-bacias do Arroio São Gabriel da Sanga da Limeira e do Arroio Sarandi.
- b) A Coxilha Pinheiro divide as sub-bacias dos arroios Sarandi e do Arenal, dos arroios da Lavagem e da Cria, tendo continuidade no distrito do Passo do Verde, passando por Mato Alto até Vista Alegre, onde separa, também, os tributários do Rio Vacacaí.

c) No distrito de São Valentim, a Coxilha da Conceição, por sua vez, é o divisor das sub-bacias do Arroio Taquara e do Arroio Sarandi.

d) No distrito de Pains, a coxilha do tipo mais arredondada, com 142m de altitude, onde está localizado o Frigorífico Silva, separa os tributários menores das sub-bacias dos arroios do Passo das Tropas e do Arenal (figura 15).

e) Na parte sul do distrito sede de Santa Maria, as coxilhas constituídas pelo Membro Passo das Tropas limitam as sub-bacias dos arroios Cadena e Passo das Tropas, até o entroncamento da BR-392 com a BR-158.

f) Na zona mais central da cidade de Santa Maria, a coxilha principal, assinalada no seu eixo principal pelo traçado da Avenida Rio Branco, Rua do Acampamento e Avenida Presidente Vargas, é constituída pela Formação Caturrita, contendo troncos fósseis silicificados na altitude em torno de 135 metros. Esta coxilha separa os tributários da sub-bacia do arroio Cadena entre si, e da sub-bacia do arroio Vacacaí-Mirim.

g) Enfim, as coxilhas mais baixas na parte central dos distritos Sede, Boca do Monte, Arroio Grande e Palma são constituídas, principalmente, pelo Membro Alemoa da Formação Santa Maria.

G E O L O G I A	
F O R M A Ç Ã O	
Depósitos de Aluvião (em planícies)	
Depósito Coluvionar de Encosta (em patamar)	
Formação Serra Geral	Sequência Superior Ácida
	Sequência Inferior Básica
Formação Botucatu / Formação Caturrita (indiferenciadas no perfil)	
Formação Santa Maria	Membro Alemoa (aquífero)
	Membro Passo das Tropas (aquífero principal)
Formação Sanga do Cabral (aquiclude)	



Figura 14: Perfil geológico – geomorfológico (simplificado). Município de Santa Maria. Direção geral: Norte-Sul. Escala horizontal 1:100.000

G E O M O R F O L O G I A		
Serra Geral / Serra do Pinhal / Montanha Russa		A
Morros Testemunhos	Cerrito	B
	Cerro Mariano da Rocha	C
Festão da Serra do Pinhal		A - B - C
Depressão Periférica / Depressão do Rio Jacuí (F - D - E - C - B)	Coxilhas altas	D
	Coxilhas baixas	E
	Planícies aluviais	F

Voçorocas e Ravinas

Algumas das vertentes das coxilhas, formadas pelos siltitos argilosos do Membro Alemoa da Formação Santa Maria e originadas pelo processo de dissecação fluvial vertical, com a retração da vegetação numa época recente e de clima mais seco durante o Holoceno (entre 3.500 AP e 2.400 AP), foram submetidas aos efeitos que se seguiram com a retomada do clima mais úmido e que caracteriza os dias atuais. Foi durante esse último período de alternância climática que se originou, por processos naturais, um tipo característico de relevo denominado *voçoroca* nas vertentes das coxilhas, e *ravina* na base, pela água superficial de escoamento pluvial. O lençol freático em profundidade e a erosão linear, tendendo a atingir o nível-base de erosão, em direção aos vales onde hoje se localizam os leitos fluviais dos arroios que drenam a área, deram origem ao alargamento lateral desse processo erosivo.

Analisando o comportamento pluviométrico na região de Santa Maria, no período de 1913 a 2000, Kegler³⁰ constatou haver uma tendência de incremento nos totais anuais de chuvas, principalmente a partir dos anos 70. Com isso, o lento avanço da cobertura vegetal nos locais de maior umidade contribuiu, também, para a evolução do processo de retração em que se encontram as sangas, ficando cada vez mais difícil a exposição pela erosão dos ossos de répteis fósseis.

³⁰ KEGLER, L. L. *Análise da pluviometria em Santa Maria no período de 1913 a 2000*. UFSM. Curso de Geografia. Trabalho de Graduação, 2002. 45 p.

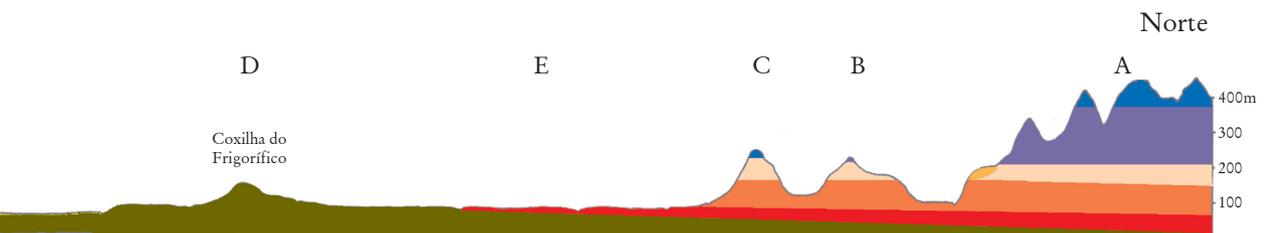




Figura 15: Depressão Periférica, com o relevo de coxilhas, os morros testemunhos Mariano da Rocha e do Cerrito. Em segundo plano, o Planalto da Bacia do Paraná, com os morros da Serra do Pinhal (Serra Geral), na zona de transição entre as duas regiões. Vista para norte, a partir do topo da coxilha do Frigorífico Silva. (Fotografia: Pedro Sartori, 2008)

Até ao final da década de 70 existiam várias dessas feições erosivas nesses siltitos vermelhos, denominadas regionalmente de *sangas*, nos arredores de Santa Maria (figura 5). A localidade da Alemoa, próxima a RS-509, em direção a Camobi, tornou-se conhecida pela existência de expressivas sangas, onde grande quantidade de ossos de répteis fósseis foi coletada ao longo de várias décadas, e também pelo fato de ter sido o sítio pioneiro dessas descobertas. Em vista disso, Bortoluzzi³¹ denominou de Membro Alemoa o local da secção tipo deste pacote sedimentar.

No universo da geomorfologia, o homem produz modificações locais nos processos e nas formas do relevo terrestre, através de influências controladoras sobre os demais sistemas. Foi o que acabou acontecendo nos jazigos da Alemoa, onde as principais sangas existentes desapareceram: inicialmente, com a construção da RS-509 – que modificou o nível de base local de erosão – e, mais recentemente com o isolamento, por cerca, para a preservação da área da Sanga Grande – onde a ação do sistema biogeográfico, com o recobrimento por matéria vegetal, acabou interrompendo o processo natural de erosão e ravinamento (figura 16).

Nos últimos anos, a vertente em processo natural de erosão pluvial na localidade da Alemoa, que permitiu novas descobertas fossilíferas, situa-se na encosta norte do Cerriquito, voltada para a RS-509. A forte intensidade das chuvas que caíram na região, relacionadas com o fenômeno *El Niño*, caracterizado como do tipo muito forte, no período compreendi-

³¹ BORTOLUZZI, C. A. *Op. cit.*

do entre a primavera de 1997 e o inverno de 1998, propiciaram que o processo de erosão e ravinamento continuasse, o que favoreceu a exposição e a coleta de novos achados de ossos fósseis de dinossauros. Hoje, infelizmente para a continuidade das pesquisas paleontológicas, o aterro parcial desta sanga e a cobertura vegetal que vem ocorrendo naturalmente provocarão, sem dúvida, em curto espaço de tempo, o desaparecimento de todos os jazigos fossilíferos da Alemoa.



Figura 16: Sanga Grande na localidade da Alemoa, com siltito argiloso fossilífero praticamente recoberto por vegetação, o que impede a ação dos processos erosivos naturais para novas descobertas de ossos de répteis fósseis (Fotografia: Pedro Sartori, 2000).

1.2. Planícies aluviais

As outras formas de relevo que se intercalam entre as coxilhas, com amplitude variada, são as planícies aluviais que acompanham a rede hidrográfica do município (figura 12), constituindo as várzeas e banhados.

Essas áreas são topograficamente planas e apresentam altitude média entre 50 e 60 metros. As principais são as que se distribuem ao longo das sub-bacias do Arroio Arenal, do Rio Vacacaí-Mirim, do Rio Vacacaí (figura 13) e do Rio Ibicuí-Mirim.

Terraços e Patamares

Nos distritos de Arroio Grande, Pains e Arroio do Só, terraços fluviais constituem um tipo de relevo situado de modo descontínuo nas vertentes das coxilhas, em contato com as planícies aluviais do Arroio Grande, do Arroio do Meio e do Rio Vacacaí, numa altitude em torno de 10-20 metros acima dessas planícies.

Na parte leste do distrito de Pains, terraços fluviais, de forma lenticular, descontínuos, ocorrem nas vertentes das coxilhas de um dos tributários do arroio Passo das Tropas, formados por arenitos refratários de importância econômica.

No distrito Sede, na área ocupada pela vila Bilibio, ocorre outro tipo de relevo na forma de patamar, constituído por depósito coluvionar de encosta nos morros da Serra Geral, suscetível de sofrer escorregamentos nos períodos de forte precipitação pluviométrica.

2. Serra Geral

Esta unidade morfoescultural, resultante da erosão regressiva da borda meridional do Planalto da Bacia do Paraná, está localizada na extremidade norte dos distritos Sede, Santo Antão, Boca do Monte e Arroio Grande, com direção geral leste-oeste. Localmente, no distrito Sede é conhecida como Serra do Pinhal, que apresenta formas em morros.

2.1. Morros

O Morro da Caturrita, com altitude de 428 metros, capeado pelo riólito granofírico da sequência superior ácida da Formação Serra Geral, e o Morro do Link, coberto por arenito *intertrap* que recobre o primeiro derrame de basalto da sequência inferior básica da referida formação, situado ao norte do centro da cidade, são, dentre outros, formas de relevo que constituem, localmente, a Serra do Pinhal.

A Montanha Russa³² é uma unidade morfológica do distrito Sede, e sua denominação atual designa um conjunto de quatro morros da Serra do Pinhal, com altitudes crescentes de 339, 435, 450 e 459 metros, rumo norte.

2.2. Morros Testemunhos

O Cerro de Santa Maria³³, com altitude de 275 metros, recoberto pelo primeiro derrame de basalto, e o Cerro de Santo Antão (figura 17), com altitude de 390 metros e capeado por riólito, constituem morros testemunhos engastados que fazem parte do alinhamento da Serra Geral. Seus topos são do tipo tabular e agudo, respectivamente.

O Cerrito, com 225 metros de altitude, topo do tipo agudo, coberto pelo segundo derrame de lava basáltica, e o Cerro Mariano da Rocha, com altitude de 245 metros, com topo do tipo convexo e capeado pelo derrame de riólito representam os morros testemunhos mais meridionais da Serra Geral. Alinhados com a Montanha Russa, formam o *Festão da Serra do Pinhal* (figura 18), com direção geral nordeste-

³² A denominação “Montanha Russa” deriva de um parque que existiu entre 1907 e 1932 nas imediações da barragem do Vacacaí-Mirim (figura 1), conforme MAR-CHIARI, J. N. C. & NOAL Fº, V. A. *Santa Maria: relatos e impressões de viagem*. Santa Maria: Ed. UFSM, 1997. p. 262.

³³ Ver nota 25.

sudoeste, limitando o eixo leste de expansão da cidade. Tais formações revelam um relevo residual, com prolongamento meridional, oriundo dos derrames de lavas da Formação Serra Geral que extravasaram de forma transgressiva para o sul.



Figura 17: Morro de Santo Antônio, na Serra Geral. Vista para noroeste, a partir da subida do morro da Caturrita. (Fotografia: Pedro Sartori, 2008)



Figura 18: Próximo à linha do horizonte, vista geral do conjunto de morros da Montanha Russa, alinhados com o Cerrito e o Cerro Mariano da Rocha, que estabeleceu o limite de expansão do centro da cidade para leste. (Fotografia: Pedro Sartori, 2008)

Pedro Luiz Pretz Sartori é geólogo, doutor em Geociências e professor aposentado do Departamento de Geociências do Centro de Ciências Naturais e Exatas da Universidade Federal de Santa Maria.

psartori@brturbo.com.br

Durante os períodos Terciário e Quaternário, os processos erosivos associados aos climas úmidos, alternados com climas áridos e semi-áridos, comandaram a esculturação da paisagem atual do município de Santa Maria.

Na época recente, o clima subtropical úmido favoreceu o recobrimento vegetal de todo modelado, freando o processo de dissecação pluvial associado à erosão e deposição que resultou nas referidas formas do relevo atual.

Síntese da História Natural de Santa Maria (Pedro Luiz Pretz Sartori)

Geocronologia		Formação		Litologias		Hidrogeologia		Formas de Relevo	
Período	Época								
Quaternário	Holoceno	Depósitos de Aluvião			Areia grossa, média e fina. Cascalho na zona de encosta	Aquífero contínuo, livre, de grande extensão, vulnerável à poluição		Planícies aluviais dos arroios e dos rios	
	0,01 Ma	Hiato							
	Pleistoceno	Terraços Fluviais e Patamares			Conglomerado, arenito médio com silte e argila, pouco consolidados. Depósitos de coluvião de encosta da serra	Aquífero irregular, livre; aproveitamento restrito de água por poços de pequena profundidade, nos terraços e patamares		Terraços de algumas coxilhas do Membro Passo das Tropas e da Formação Sanga do Cabral. Patamares da Serra do Pinhal	
Hiato									
Cretáceo Inferior	128 Ma	Formação Serra Geral	Sequência Ácida Superior		Derrames de vitrófiro e granófiro, de composição riolítica e riódacítica	Aquífero de fissura, com fontes nas zonas de fraturamento horizontal, nas vertentes dos morros		Topo de morros da Serra do Pinhal. Topo do Cerro Mariano da Rocha (morro testemunho)	
	138 Ma		Sequência Básica Inferior		Derrames de basalto e andesito tholeiíticos. Soleiras de diabásio	Aquífero, em zonas de fratura, constituindo fontes de nascentes		Morros da Serra do Pinhal. Topo do Cerrito e do Cerriquito	
	145,5 Ma	Formação Botucatu			Arenito médio a fino eólico, com estratificação cruzada de grande porte	Nas vertentes dos morros da Serra do Pinhal; não se comporta como um aquífero		Parte média das vertentes dos morros da Serra do Pinhal e dos morros testemunhos	
Hiato									
Triássico	199,6 Ma Rético 203,6 Ma	Formação Caturrita			Arenito médio a fino, com troncos silicificados próximos à base e camadas de siltito argiloso, em direção ao topo	Aquífero contínuo livre, bastante poluído pela contaminação da água de recarga na área urbanizada		Coxilhas alongadas, mais altas do que as da Formação Santa Maria, na área urbana da cidade	
	203,6 Ma Noriano 216,5 Ma	Hiato em relação ao arenito com troncos vegetais / diretamente em contato com o arenito, com camadas de siltito argiloso e com fósseis animais							
	216,5 Ma Carniano 228 Ma	Formação Santa Maria	Membro Alemoa		Siltito argiloso vermelho, maciço e muito impermeável, contendo concreções calcárias (calcretes) e ossos de répteis fósseis. Contato gradacional com o Membro Passo das Tropas	Aquiclude impermeável		Coxilhas; algumas com ravinas e voçorocas (sangas) nas vertentes	
	228 Ma Ladiniano 237 Ma		Membro Passo das Tropas		Arenito fino a médio, grosseiro a conglomerático na base, feldspático, com intercalações de pelito e siltito com impressões vegetais	Aquífero contínuo livre na área de afloramento, e confinado para o Norte. Melhor aquífero da região		Coxilhas, ao sul no entroncamento da BR392/BR-158 até o Arroio Passo das Tropas, na seção tipo	
	Hiato								
249,7 Ma Induano 251 Ma	Formação Sanga do Cabral			Arenito fino com intercalações de pelito e siltito	Aquiclude		Coxilhas ao longo dos distritos, na parte centro-sul do município		



O CLIMA DE SANTA MARIA

Arno Bernardo Heldwein
Galileo Adeli Buriol
Nereu Augusto Streck

Santa Maria é um dos locais mais quentes do Rio Grande do Sul em função de sua continentalidade e baixa altitude. Ainda assim, nos meses de abril a setembro, a região está sujeita a geadas fracas e moderadas. Embora predomine o vento Sudestado, o vento Norte é um fenômeno marcante na cidade por sua alta velocidade e temperatura. A umidade relativa do ar é elevada durante todo o ano, condicionando um clima úmido com chuvas bem distribuídas. Os totais mensais de precipitação pluviométrica ficam, por vezes, abaixo dos totais mensais de evaporação e evapotranspiração, causando deficiência hídrica, mais pronunciada no verão. Portanto, períodos de seca são comuns em Santa Maria, o que exige medidas para o armazenamento de água e práticas de manejo do solo que minimizem tais efeitos negativos. No inverno, ao contrário, merecem destaque os excessos hídricos.

Características regionais

Santa Maria está localizada na região fisiográfica da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul. Além da sede municipal, engloba oito distritos (São Valentim, Pains, Arroio Grande, Arroio do Só, Passo do Verde, Boca do Monte, Palma e Santa Flora), totalizando uma área de 1.774,83km². O clima mesotérmico e úmido da região define-se, conforme a classificação de Köppen, como do tipo fundamental Cfa, caracterizado como subtropical úmido com verões quentes, sem estação seca definida.¹ Latitude, altitude, continentalidade, orografia e circulação secundária da atmosfera constituem os principais fatores que condicionam esse clima.

A análise da variação dos principais elementos meteorológicos medidos na Estação Climatológica Principal do 8º Distrito de Meteorologia (8ºDISME), pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), serviu de fundamentação para este trabalho.

Temperatura

Na região de Santa Maria, a temperatura média anual normal é considerada relativamente baixa em relação à média do Brasil. Conforme os valores medidos em diferentes períodos, publicados por diferentes autores², o valor médio normal no período de 1912-2004 é de 19,1°C (tabela 1). O mês mais quente é janeiro, com temperatura média normal de 24,7°C. Depois, o calor diminui sensivelmente até junho e julho, quando a média diária mensal atinge 13,8°C. Após o mês de julho, as temperaturas aumentam novamente até janeiro (tabela 1), fechando o ciclo.

O verão é bastante quente, com média mensal normal das temperaturas máximas diárias do ar acima de 29,5°C nos meses de dezembro a fevereiro. As temperaturas máximas absolutas já registradas desde 1912 a 2006 nos cinco meses mais quentes (novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março) foram de 40,2°C, 41,0°C, 41,2°C, 39,8°C e 39,6°C, respectivamente. Os períodos de maior calor nos diferentes meses, em geral, estão associados à ocorrência persistente de vento Norte por vários dias e, quando essa condição é acompanhada de estiagem, podem ocorrer temperaturas máximas diárias extremamente altas para a época do ano em questão. Os períodos contínuos de dias muito quentes, com temperatura máxima excedendo 35°C, podem prolongar-se por até 3 a 7 dias, dependendo do mês, desde outubro até março.

¹ MORENO, J. A. *Clima do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Estado do Rio Grande do Sul, Diretoria de Terras e Colonização, Seção de Geografia. 1961. 61 p.

² MACHADO, F. P. *Contribuição ao Clima do Rio Grande do Sul*. Rio de Janeiro: IBGE, 1950.
BURIOL, G. A.; SACCOL, A. V.; SCHNEIDER, F. M.; HELDWEIN, A. B.; MANFRON, P. A. & ESTEFANEL, V. Análise das temperaturas mínimas do ar registradas em Santa Maria, RS. III – Caracterização do comportamento das temperaturas mínimas diárias do ar ao longo do ano. *Revista do Centro de Ciências Rurais*, Santa Maria, v. 19, n. 1-2, p. 93-111, 1989.
INMET. (Instituto Nacional de Meteorologia). *Normais Climatológicas (1961-1990)*. Brasília: INMET, 1992.
HELDWEIN, A. B. Deficiências hídricas nos solos da região central do Rio Grande do Sul: riscos e tendência climática e tendências do frio invernal na região central do Rio Grande do Sul. In: *Conferências da Audiência Pública da Câmara de Vereadores de Santa Maria Sobre Mudanças Climáticas em Santa Maria*. Santa Maria: TV Câmara, 2007. (Vídeo).

Tabela 1: Valores médios normais e extremos mínimos e máximos de temperatura do ar (em abrigo meteorológico padrão, a 1,5m acima da superfície do solo em área gramada) e sobre relva (a céu aberto a 5cm acima da superfície do solo relvado) em Santa Maria, Rio Grande do Sul.

Variável de temperatura	Mês												Ano
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Valor médio normal													
Temperatura média (°C)	24,7	24,1	22,5	19,0	15,9	13,8	13,8	14,9	16,3	19,1	21,4	23,8	19,1
Média das temperaturas máximas	30,7	29,9	28,6	25,0	21,9	19,4	19,4	20,8	22,0	24,9	27,4	29,8	25,0
Média das temperaturas mínimas	19,7	19,6	18,2	14,9	11,8	9,9	9,8	10,6	11,8	14,3	16,1	18,4	14,6
Amplitude térmica diária* (°C)	11,0	10,3	10,4	10,1	10,1	9,5	9,6	10,2	10,3	10,6	11,3	11,5	10,4
Valor mais baixo já registrado													
Menor média diária da temperatura do ar (°C)	17,8	16,0	14,2	8,8	5,0	2,7	3,4	3,6	6,8	9,0	11,6	14,7	2,7
Menor temperatura máxima diária do ar (°C)	22,4	17,2	16,9	4,6	9,6	8,3	6,8	8,6	11,0	14,6	16,2	20,1	4,6
Temperatura mínima absoluta do ar (°C)	9,4	9,0	3,1	3,0	-1,0	-2,6	-2,9	-2,0	0,2	2,8	5,2	7,2	-2,9
Ano da temperatura mínima absoluta do ar	1992	1924	1970	1971	1971	1971	2000	1995	1964	1924	1931	1971	2000
Menor amplitude térmica diária (°C)	2,5	1,6	1,2	0,2	0,6	0,3	0,6	0,6	1,1	1,8	1,4	1,6	0,2
Temperatura mínima absoluta de relva (°C)	3,2	3,2	2,0	-1,0	-4,9	-8,4	-6,5	-7,4	-5,2	-1,8	1,2	2,5	-8,4
Valor mais alto já registrado													
Maior temperatura média diária (°C)	33,0	31,1	31,0	29,2	28,5	27,4	27,6	29,9	30,3	32,3	31,7	31,7	33,0
Temperaturas máximas absolutas do ar (°C)	41,2	39,8	39,6	36,6	34,1	31,0	32,0	34,0	36,6	37,2	40,2	41,0	41,2
Maior temperatura mínima diária do ar (°C)	27,7	29,5	25,9	27,6	27,2	25,6	26,0	27,2	28,4	28,2	29,8	26,8	29,8
Maior amplitude térmica diária (°C)	21,2	20,2	20,4	22,3	22,4	23,6	23,6	23,2	22,1	23,7	24,0	24,4	24,4

*Diferença entre a temperatura máxima e a temperatura mínima do dia.

O inverno é ameno, mas sujeito a ondas de frio provocadas pelo deslocamento frequente de anticiclones polares migratórios, que podem causar geadas, por vezes intensas. A frequência média normal de geadas é de nove dias por ano, entre abril e outubro.³

³ MACHADO, F. P. *Op. cit.*
MORENO, J. A. *Op. cit.*
BURIOL, G. A. *et al.* Análise das temperaturas mínimas do ar registradas em Santa Maria... *Op. cit.*

Nos meses de junho a agosto registram-se as temperaturas mais baixas. As temperaturas mínimas absolutas do ar, isto é, as mais baixas já registradas na série histórica de 1912 a 2007, alcançaram -2,6°C em junho (1971), -2,9°C em julho (2000) e -2,0°C em agosto (1995). Portanto, ocorreram nos últimos 39 anos (de 08/1968 a 07/2007), embora se verifique que as médias mensais das temperaturas mínimas apresentam tendência climática de aumento de 0,02°C por ano nos últimos 40 anos em Santa Maria.

Considerando que a temperatura do ar é medida na condição padrão do interior do abrigo meteorológico, a 1,5 m de altura, a temperatura mínima na superfície do gramado exposta a céu aberto, denominada “mínima de relva”, é bem menor do que no abrigo, principalmente em noites límpidas e calmas de geada, em que em média é de 4,5 a 5,0°C mais

⁴ HELDWEIN, A. B.; ESTEFANEL, V.; MANFRON, P. A.; SACCOL, A. V.; BURRIOL, G. A. & SCHNEIDER, F. M. Análise das temperaturas mínimas do ar registradas em Santa Maria, RS. I – Estimativa das temperaturas mínimas do ar a 5 cm da superfície do solo relvado e do solo desnudo. *Revista do Centro de Ciências Rurais*, Santa Maria, v. 18, n. 1, p. 3-14, 1988.

baixa do que no abrigo.⁴ Assim, as temperaturas mínimas de relva mais baixas já registradas em Santa Maria são negativas no período de abril a outubro e da ordem de -5 a -8°C nos meses de maio a setembro (tabela 1). Na data de 14/07/2000, em que ocorreu a mais baixa temperatura mínima do ar registrada em Santa Maria (-2,9°C) desde 1912, a temperatura mínima de relva foi de -6,5°C. A mais baixa temperatura mínima de relva, de -8,4°C, foi registrada em 17/06/1971, data em que também ocorreu a temperatura mínima absoluta do ar do mês de junho (-2,6°C) no abrigo meteorológico. A mais baixa temperatura mínima de relva registrada em agosto foi de -7,4°C (05/08/1995) e em maio foi de -4,9°C (28/05/1971).

A variação anual das médias mensais das temperaturas máximas e das temperaturas mínimas acompanha a variação anual das médias mensais das temperaturas médias, mantendo uma diferença de aproximadamente 5°C em relação a essa última. Com isso, a variação diária da temperatura do ar, denominada “amplitude térmica diária”, apresenta valor médio anual de 10,4°C, sendo maior em dezembro, com 11,5°C, e menor em junho, com 9,5°C. Existe, porém, uma tendência de diminuição da ordem de 0,02°C por ano da amplitude térmica diária, o que está associado ao aumento das temperaturas mínimas do ar. Caso essa tendência persista, em 50 anos a amplitude de variação diária da temperatura do ar poderá ser de 1°C menor do que hoje.

A amplitude térmica anual – diferença entre o mês mais quente e o mês mais frio – é de aproximadamente 10,7°C. Janeiro é o mês mais quente, com média normal de 24,7°C, e junho e julho os dois meses mais frios, com média mensal de 14,3°C e 14,1°C, respectivamente⁵, considerando o período de 1912 a 1942, e de 13,8°C nestes dois meses nos últimos 38 anos⁶.

Não são raros os períodos de grande flutuação de temperatura no inverno, alcançando valores altos para essa época nos dias de predominância de “vento Norte”, em contraposição a noites límpidas muito frias, quando os anticiclones polares migratórios estão atuando sobre a região.

Insolação e disponibilidade de energia solar

Insolação é o tempo em horas de brilho solar na superfície, isto é, o tempo em que não há sombreamento por nuvens e nevoeiros. Esse valor é sempre menor do que a duração astronômica do dia, que é o tempo entre o nascer e o por do sol em relação ao plano do horizonte do local.

⁵ MACHADO, F. P. *Op. cit.*

⁶ INMET. *Op. cit.*
HELDWEIN, A. B. *Op. cit.*

No entanto, o tempo de claridade ao longo de um dia, denominado fotoperíodo, é maior do que a duração astronômica, pois inclui o tempo de duração dos crepúsculos do amanhecer e do anoitecer.

Através da geometria espacial é possível determinar a altura do sol em relação ao horizonte, o que permite obter os ângulos de incidência solar nas diferentes horas do dia e épocas do ano, e, por conseguinte, calcular a duração do dia e a duração do fotoperíodo civil.

Em função da latitude em que está situada Santa Maria (29°43' S), o ângulo zenital dos raios solares, no momento da passagem diária do sol pelo meridiano do local, varia de 6°16' a 53°10', nos solstícios de inverno (21/06) e de verão (21/12), respectivamente.⁷ Essa informação tem diferentes aplicações, como por exemplo na instalação de aquecedores solares e de geradores de energia elétrica com o uso de fotocélulas, e na arquitetura das edificações.

O uso adequado da radiação solar nas edificações economiza energia para resfriamento e aquecimento dos ambientes, colaborando para melhor conforto e qualidade de vida do usuário. A disponibilidade de radiação solar e de insolação em Santa Maria é uma das menores do Rio Grande do Sul, principalmente, devido à alta frequência de nevoeiros (92 dias por ano) e nebulosidade ligeiramente maior.⁸ Assim, nos meses de junho a agosto, o valor normal de insolação não alcança 5,1 horas por dia, ultrapassando levemente 8 horas por dia apenas nos meses de dezembro e janeiro (tabela 2). No entanto, a duração astronômica do dia varia ao longo do ano desde o máximo de 13h:55min, em 21 de dezembro, a 10h:05min em 21 de junho. A disponibilidade de energia solar é máxima em dias límpidos, entre 15 e 25 de dezembro, alcançando no máximo 28,7 MJ m⁻² dia⁻¹, e sendo mínima na segunda quinzena de junho.

Precipitação

A precipitação pluviométrica ou chuva é medida na estação meteorológica de Santa Maria pertencente ao 8° DISME, desde 1912. Esses dados constituem uma série histórica consistente de eventos que possibilita analisar com segurança a ocorrência de precipitação pluviométrica na região.⁹ Considerando a série histórica 1912-2004 da estação do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) em Santa Maria, elaborada por Buriol *et al.*¹⁰, a análise indica que o regime pluviométrico do município é isoigro, isto é, os valores normais de chuva são bem distribuídos ao longo

⁷ Solstícios são denominados os dois momentos do ano ou os dois pontos da trajetória anual de translação da terra em torno do sol quando este apresenta declinação máxima. Em uma destas ocasiões, o sol apresenta máxima declinação norte (solstício de inverno no hemisfério sul) e na outra máxima declinação sul (solstício de verão no hemisfério sul), o que significa a formação do maior ângulo entre os raios solares e o plano imaginário que passa pelo equador da terra. Isso ocorre porque o plano do equador terrestre apresenta inclinação constante de 23°27' em relação ao plano da eclíptica, que é formado pela linha de translação da terra em torno do sol ao longo do ano.

⁸ MACHADO, F. P. *Op. cit.*

⁹ BURIOL, A. B. *et al.* Homogeneidade e estatísticas descritivas dos totais mensais e anuais de chuva de Santa Maria, Estado do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Porto Alegre, v. 11, n. 4, 2006.

¹⁰ BURIOL, A. B. *et al.* Homogeneidade e estatísticas descritivas dos... *Op. cit.*

do ano. As médias mensais normais oscilam de 120,1 (novembro) e 126,8mm (agosto) a 159mm (setembro e outubro), acumulando-se no ano uma média normal de 1.712,4mm (tabela 2). Os valores de desvio padrão das médias mensais são grandes, alcançando de 68mm (agosto) a 104mm (maio), o que caracteriza a grande variabilidade entre anos (tabela 2).

Tabela 2: Valores médios normais e extremos mínimos e máximos de diferentes elementos climáticos em Santa Maria, Rio Grande do Sul.

Variável climatológica	Mês												Ano
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Valor médio normal													
Umidade relativa média do ar (%)	72,1	77,0	79,0	81,7	82,9	83,3	81,2	78,8	77,6	74,7	70,2	68,4	77,2
Média da umidade relativa do ar às 15 horas (%)	58,7	62,3	62,4	62,9	64,8	68,0	66,5	62,8	62,2	59,9	55,9	54,3	61,7
Insolação diária (horas dia ⁻¹)	8,05	7,34	6,77	5,96	5,32	4,38	4,74	5,06	5,45	6,42	7,69	8,37	6,29
Evapotranspiração de potencial mensal e anual (mm)	123,7	97,4	85,7	52,3	33,9	25,2	28,6	41,1	56,5	82,5	103,4	125,9	856,2
Evapotranspiração de potencial diária (mm dia ⁻¹)	3,99	3,45	2,76	1,74	1,09	0,84	0,92	1,33	1,88	2,66	3,45	4,06	2.345
Capacidade evaporativa do ar diária (mm dia ⁻¹)	3,17	2,68	2,38	1,94	1,71	1,65	2,06	2,35	2,29	2,72	3,44	3,81	2,52
Capacidade evaporativa do ar mensal (mm mês ⁻¹)	98,2	75,6	73,7	58,3	52,9	49,4	64,0	72,9	68,6	84,4	103,1	118,0	919,2
Evaporação de água livre (mm mês ⁻¹)	134,8	101,3	98,3	69,4	53,0	42,5	51,1	68,7	73,3	87,1	115,8	138,6	1.030,7
Precipitação pluviométrica mensal (mm mês ⁻¹)	148,0	134,9	137,3	143,4	150,5	155,4	143,4	126,8	159,8	159,1	120,1	133,7	1.712,4
Número médio de dias com chuva	11,1	11,2	10,1	11,2	11,0	13,0	12,6	11,2	10,9	11,1	9,4	9,4	132
Velocidade média do vento no mês (m s ⁻¹)	1,7	1,7	1,5	1,5	1,5	2,3	2,3	2,3	2,1	2,1	2,1	1,7	2,0
Valor mais baixo já registrado													
Menor precipitação mensal e anual (mm)	0,7	0,0	18,8	11,1	4,6	0,7	8,5	13,6	42,0	10,6	5,7	6,1	640
Ano da menor precipitação mensal e anual	1917	1989	1997	1929	1996	1925	1951	1993	1970	1924	1954	1942	1917
Menor evapotranspiração potencial diária (mm dia ⁻¹)	1,69	1,34	0,97	0,70	0,17	0,03	0,08	0,30	0,44	0,55	1,11	1,60	0,03
Menor média mensal de umidade relativa do ar (%)	56	65	71	72	76	77	73	71	72	66	57	54	54
Ano de ocorrência da menor média da umidade relativa	1986	1991	1988	1978	1978	1969	1988	1999	1980	1969	1971	1995	1995
Mais baixa umidade relativa às 15 horas de 1 dia (%)	20	23	20	30	25	30	26	24	25	23	21	17	17
Valor mais alto já registrado													
Maior precipitação máxima mensal e anual (mm)	471	462	342	616	471	351	359	333	363	477	514	357	2.953
Ano da precipitação máxima mensal e anual	1996	1934	2003	1941	1984	1981	1987	1972	1988	1997	1919	2003	1941
Precipitação máxima em 24 horas (mm dia ⁻¹)	123	119	175	182	153	182	105	97	108	145	98	156	182
Ano da precipitação diária máxima no mês	1996	1913	1912	1984	1984	1944	1976	1966	1979	1982	1966	2004	1984
Evapotranspiração potencial máx. absoluta (mm dia ⁻¹)	5,89	5,72	4,94	3,42	2,83	3,13	3,28	4,99	5,13	5,26	6,62	6,42	6,62
Maior média mensal de umidade relativa do ar (%)	80	84	89	86	89	89	87	87	82	83	82	76	89
Ano de ocorrência da maior média da umidade relativa	1977	1974	2003	2001	1983	2003	1983	1998	2002	1997	1997	2002	2003
Umidade relativa do ar às 15 horas (%)	98	99	99	98	99	100	99	100	99	100	99	98	100
Insolação diária máxima absoluta (horas dia ⁻¹)	13,0	12,6	11,9	11,0	10,6	9,9	10,3	10,9	11,6	12,4	13,0	13,3	13,3
Máxima capacidade evaporativa do ar (mm dia ⁻¹)	11,8	8,2	12,4	10,0	11,7	15,1	17,4	16,9	16,3	13,6	13,7	14,4	17,4
Rajada máxima absoluta de vento (m s ⁻¹)	30,8	24,7	26,5	30	31	32,3	34,6	30,5	39,2	37,4	33,5	28,5	39,2
Média das rajadas de vento máximas mensais (m s ⁻¹)	22,4	20,4	21,4	21,9	23,7	24,8	25	25,9	25	24,2	24	23,1	23,4

A maior precipitação mensal já registrada foi em maio de 1941, com 615,3mm; nesse mesmo ano ocorreu, também, a máxima precipitação anual (2.953,4mm). A menor precipitação mensal (0,0mm) foi registrada em fevereiro de 1989 e o menor total anual, com apenas 640,0mm, foi registrado no ano de 1917. Os valores mais altos já registrados em 24 horas também são elevados em todos os meses, com 97mm (agosto de 1966) até 182mm (abril e junho de 1984).

Salienta-se que 1,0mm de precipitação corresponde a um volume de 1,0 litro de água em uma área de 1,0m². Isso significa que no ano de 1941 em Santa Maria foram contabilizados 29.534m³ de água por hectare, e que no mês de abril desse mesmo ano precipitaram-se em média 20,5 litros de água por m² por dia. Para a região, trata-se de um volume extraordinário, fenômeno que pode se repetir; nesse caso, haveria devastação maior do que aquela observada em 1941, porque parte dos solos da região apresenta-se com menor capacidade de infiltração de água, devido ao manejo inadequado na prática da agricultura. Por outro lado, uma precipitação anual média de apenas 640mm, como a que ocorreu em 1917, levaria o clima de Santa Maria aos limites próximos dos climas secos de estepe.

Na análise da tendência secular da precipitação pluviométrica, utilizando o período de observação de 1912 a 2005, constatou-se não haver tendência secular de aumento ou diminuição da precipitação, ou seja, para os totais anuais de chuva, a série histórica de Santa Maria é estacionária.

A precipitação de granizo é eventual, existindo inclusive locais dentro do município em que nunca foi observada. Considerando os registros para o município, verificam-se em média dois eventos de granizo por ano.

O granizo é formado em áreas onde há fortes correntes ascendentes de ar, decorrentes da passagem sobre o local de um sistema de depressão barométrica acentuada (denominada linha de instabilidade), associada à condição de forte instabilidade térmica, a qual é maior no período da tarde. Essa é a explicação meteorológica para o fato de o granizo ser mais frequente no período da tarde. Em Santa Maria, 47% dos eventos de granizo registraram-se entre 12 e 18 horas, 24% entre 18 e 24 horas, 20% entre seis e doze horas e apenas 9% entre zero e seis horas. Os meses com maior frequência de granizo são, pela ordem: setembro, dezembro, janeiro e junho. Por sua vez, os meses de maio, fevereiro, março e abril são os que apresentam menor ocorrência do fenômeno.

Embora o granizo seja um evento raro, aleatório e que abrange pequenas áreas (apenas alguns km²), em geral causa grandes danos nas áreas atingidas, principalmente nos cultivos agrícolas. Pedras de granizo com diâmetro de dois centímetros são grandes o suficiente para danificar coberturas de telhas de fibrocimento de 6mm de espessura. Eventos extremos de granizo, como o registrado em agosto de 1997, com pedras de gelo do tamanho de um ovo de galinha, são capazes de destruir quase tudo o que atingem, inclusive telhas francesas comuns, e matar animais de pequeno e médio porte, podendo inclusive ferir pessoas. Portanto, durante a ocorrência do granizo deve-se ficar abrigado; quanto às residências (e demais edificações), devem ter no mínimo um forro de madeira ou de PVC (Policloreto de vinila) abaixo do telhado para melhor proteger as pessoas em caso de dano.

Umidade relativa do ar

A umidade relativa do ar (UR) constitui um dos parâmetros de quantificação do conteúdo de vapor de água na atmosfera. A UR varia de 0 a 100% e é definida como sendo o quociente entre o conteúdo atual de vapor de água (que pode ser expresso pela pressão parcial de vapor d'água ou pela umidade específica) e o conteúdo máximo de vapor de água que a atmosfera pode conter a uma dada temperatura (que pode ser expresso pela pressão de saturação de vapor ou pela umidade de saturação). Assim, a umidade relativa do ar diminui com o aumento da temperatura. Como consequência do regime pluviométrico isoigro e da variação da temperatura ao longo do ano, Santa Maria tem um clima subtropical úmido, com umidade relativa do ar elevada durante todo o ano.

Os valores médios de UR atingem um máximo de 85% em abril e um mínimo de 75% em janeiro,¹¹ porém, considerando o período mais recente de 1969-2004, a UR média anual em Santa Maria é de 77%, variando de 60% em dezembro a 83% em maio e junho (tabela 2). Considerando as quatro estações do ano, a UR é maior no outono e no inverno e menor na primavera e no verão. O mês com a menor UR média registrada no período 1969-2004 foi dezembro de 1995, com 54%, e os meses com a maior UR média já registrada (89%), foram março de 2003, maio de 1983 e junho de 2003. O menor valor absoluto de UR média diária (26%) foi verificado no dia 22/08/1975 e o maior valor absoluto de UR média diária (99,5%) deu-se

¹¹ MACHADO, F. P. *Op. cit.*
MORENO, J. A. *Op. cit.*

em 12/07/1980 e em 20/06/1984. Salienta-se que o cálculo da média diária da UR é feito com as observações das 9 (UR_{9h}), 15 (UR_{15h}) e 21 horas (UR_{21h}), utilizando a equação $(UR_{9h} + UR_{15h} + 2*UR_{21h})/4$.

A curva diária de UR tem variação inversa à da temperatura do ar, ou seja, nos horários próximos à temperatura mínima (que geralmente ocorre de madrugada e principalmente no crepúsculo da manhã), a UR é elevada; nos horários próximos à temperatura máxima (à tarde), a UR é a mais baixa do dia. Assim, os valores de UR às 9h e às 21h são geralmente maiores que às 15h. No período 1969-2004, às 9h, o menor valor de UR foi de 27% nos dias 21/08/1971, 25/07/1980 e 24/08/1988; por outro lado, o maior valor de UR neste horário, de 100%, foi registrado em 47 dias diferentes. Às 15h, o menor valor de UR, 17% (tabela 2), deu-se no dia 06/12/1995, enquanto o maior valor, 100%, ocorreu em 4 dias (09/08/1994, 07/10/1995, 17/06/1996 e 29/06/2000). Já às 21h, o menor valor de UR não ultrapassou 25% no dia 22/08/1975, enquanto o maior valor atingiu 100% em 19 dias.

Vento

O vento é o ar em movimento no sentido horizontal ou paralelo à superfície. Movimenta-se de um local para outro por diferença horizontal de pressão atmosférica, movendo-se dos locais de alta pressão para locais de baixa pressão. Santa Maria é frequentemente atingida por ventos de diferentes quadrantes, porém, predominam os de E (Este) e de ESE (Este-Sudeste) como segunda maior frequência, com velocidade média anual de $1,9 \text{ m s}^{-1}$.¹²

A região tem como ventos locais o vento Sudestado ou Carpinteiro, o vento Minuano e o vento Norte ou São Martinho. Esses três ventos locais resultam da circulação geral e secundária da atmosfera que atuam no Estado do Rio Grande do Sul.

O vento Sudestado é predominante em Santa Maria, como em todo o Estado. Trata-se de um vento frio e úmido, com direção média do quadrante leste, podendo variar desde a direção sul até nordeste, com maior frequência de direção sudeste, o que explica o seu nome. Quanto à velocidade, geralmente é de intensidade fraca a moderada. Origina-se do Anticiclone Permanente (alguns autores o classificam como Semi-permanente) do Atlântico Sul. Por isso é um vento frio e úmido, já que a posição média deste anticiclone verifica-se sobre as águas relativamente frias do Oceano Atlântico Sul.

¹² MACHADO, F. P. *Op. cit.*
MORENO, J. A. *Op. cit.*

O vento Minuano caracteriza-se como frio e seco, com direção média do quadrante oeste, podendo a direção variar desde noroeste até sudoeste. A velocidade geralmente é fraca a moderada. O Anticiclone Migratório Polar (AMP), que se origina no continente antártico, invade o continente sul-americano numa frequência média semanal. Quando o AMP é forte (a pressão atmosférica no seu centro é elevada devido à baixa temperatura), invade o continente sul-americano pelo Oceano Pacífico e transpõe a Cordilheira dos Andes, entrando no sul do Brasil pelo oeste do Rio Grande do Sul, dando origem ao vento Minuano. Com duração variável, desde algumas horas até dois ou três dias, pode ocorrer em qualquer época do ano. A esse vento está associada uma queda acentuada da temperatura e condição de céu límpido especialmente à noite. Quando cessa o Minuano, isso significa que o centro do anticiclone migratório polar está sobre o Rio Grande do Sul, e que durante a noite as temperaturas no verão podem diminuir a 12-15°C e, no inverno, a valores menores que 0°C, formando o fenômeno da geada branca radiativa.

O vento Norte tem como características ser quente e seco, com direção média do quadrante norte, podendo a direção variar desde nordeste a noroeste. É o vento com maior velocidade (moderada a forte), atingindo com frequência rajadas acima de 50km/h, especialmente de madrugada e no início da manhã. Sua duração é variável desde algumas horas até sete dias e pode ocorrer em qualquer época do ano. É comum causar danos mecânicos por fadiga à vegetação e às estufas plásticas e construções pouco estruturadas. O dito popular “após três dias de vento Norte tem-se chuva” é bastante conhecido entre os santa-marienses; sua explicação fundamenta-se no fato de que o vento também tem como origem o AMP, porém a organização sinótica durante sua ocorrência em Santa Maria (como em todo o Estado do Rio Grande do Sul) se caracteriza pela presença da alta pressão do AMP sobre a região Sudeste do Brasil e sobre o Oceano Atlântico adjacente e um sistema de baixa pressão sobre o Uruguai e Argentina. As altas temperaturas e a baixa umidade relativa do ar em dia de vento Norte estão associadas às condições de superfície em que o ar se desloca desde seu centro de origem, em áreas tropicais e sobre o continente.

Em Santa Maria, o vento Norte tem maior velocidade e maior temperatura em relação a outras cidades do Rio Grande do Sul devido ao fator orográfico. A cidade está situada no sopé da Serra Geral que separa o Planalto Médio

da Depressão Central, localizando-se a barreira orográfica ao norte da cidade (figura 1). O vento Norte, ao descer a escarpa do Planalto, sofre aumento na velocidade e se aquece por compressão adiabática à medida que desce a níveis inferiores, onde a pressão atmosférica é maior. A diferença de nível entre a cidade e o topo da escarpa é de aproximadamente 400 metros (figura 1), o que gera um aquecimento médio de 4°C. Quando o vento Norte ocorre no inverno, os santa-marienses presenciam um fenômeno bastante incômodo: “as paredes suam”, o que é uma expressão inadequada. O fenômeno se caracteriza pela presença de água na forma líquida em paredes e assoalhos das edificações. A água é resultado do contato entre o ar quente e essas superfícies de temperatura baixa; em contato com a superfície fria, o ar se esfria e atinge a temperatura do ponto de orvalho, ocorrendo condensação de parte do vapor de água presente no ar. Havendo renovação do ar sobre a superfície, o processo de condensação pode-se estender por um ou mais dias, até que a temperatura das superfícies se eleve acima da temperatura do ponto de orvalho. Isto significa que, embora a umidade relativa do ar seja baixa em dias de vento norte, a pressão atual ou parcial de vapor de água é alta. Como a temperatura do ar é elevada, a pressão de saturação fica muito mais elevada que a pressão parcial de vapor; assim a umidade relativa é baixa, pois é o quociente entre as duas pressões de vapor anteriores. Marco cultural de Santa Maria, o vento Norte possui, em sua homenagem, um monumento numa das principais avenidas da cidade.

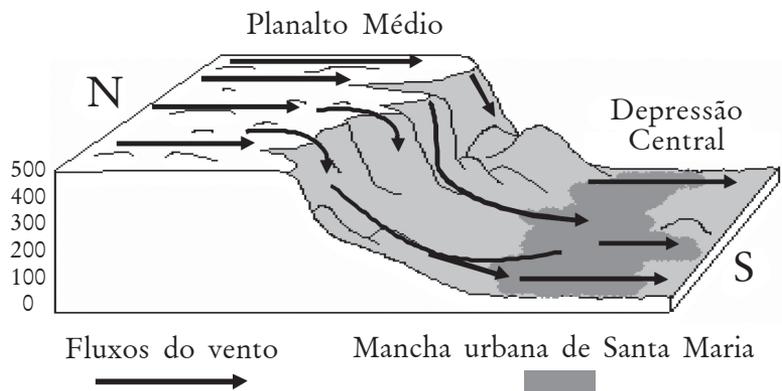


Figura 1: Representação esquemática da localização da cidade de Santa Maria e da orografia ao seu redor que influencia nas características do vento Norte. Baseada em diagrama publicado no jornal *Diário de Santa Maria*, 8 e 9/7/2006.

¹³ HELDWEIN, A. B.; STRECK, N. A.; BURIOL, G. A.; SANDRI, M. A.; TRENTIN, G.; SPOHR, R. B.; SILVA, J. C.; ALBERTO, C. M. & FÁRIA, N. S. Frequência de ventos fortes em Santa Maria, RS. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v. 11, p. 285-291, 2003.

Em uma análise das rajadas diárias e horárias de vento em Santa Maria, Heldwein *et al.*¹³ verificaram que os valores médios das rajadas máximas horárias são maiores no período entre 10h e 18h, com média máxima de 6,8m/s (24,5km/h) entre 14h e 15h, enquanto que por volta das 20h e durante a madrugada, ocorrem os menores valores. Quando há vento Norte, as maiores rajadas durante o período diário tendem a se concentrar mais cedo, em geral das 4h às 12h, quando os santa-marienses “acordam com portas e janelas batendo”. Com relação às estações do ano, as rajadas durante todo o dia têm menor velocidade no outono, porém são mais fortes na primavera, durante o período diurno. Apesar de a direção predominante do vento ser do quadrante leste, as rajadas de vento forte são mais frequentes quando de direção norte, alcançando muitas vezes valores acima de 20m/s (72km/h). Os vendavais são mais comuns de julho a novembro e menos frequentes de dezembro a fevereiro. Rajadas com velocidade maior do que 100km/h (27,8m/s) ou maior que 108km/h (30m/s), classificadas como de tempestade e furacão, respectivamente, ocorrem com alguma frequência, observado-se 20 eventos diários com rajadas maiores que 30m/s em 24 anos de registro. Os dois eventos de maior velocidade registrados em Santa Maria foram de 37,4m/s (134,6km/h) e 39,2m/s (141,1km/h), respectivamente, em 13/10/1999 e 11/09/2002; ocorridos no período da manhã, tiveram direção sul e foram acompanhados de várias rajadas com velocidade maior que 28m/s (100,8km/h), contrariando a tendência geral de maior velocidade do vento no período da tarde. Estes dois eventos estiveram associados a uma intensa instabilidade local no interior da frente fria, evidenciando o caráter aleatório e extremamente variável dos vendavais na região.

Evaporação e evapotranspiração

Conceitua-se evaporação potencial da água (E) como aquela que atende integralmente a demanda atmosférica. Ocorre sobre as superfícies de água livre no estado líquido, em condições naturais, como em açudes e lagos. É um processo físico de mudança da água do estado líquido para o estado de vapor, em que ocorre consumo de energia, denominado calor latente de evaporação. Por isso a evaporação depende da densidade de fluxo da radiação solar (R_g) e, por consequência, da temperatura do ar (t). A evaporação também é diretamente dependente do déficit de saturação de vapor d'água no ar próximo à superfície (d).

No momento em que ocorre a saturação do ar na atmosfera adjacente à superfície da água, a evaporação cessa, porém, o vento (u) atua como agente transportador do vapor da água, evitando que o ar contíguo se sature. Assim, a evaporação (E) é uma função (f) destes quatro elementos meteorológicos: $E = f(R_g, t, d, u)$, principalmente da radiação solar e do déficit de saturação do ar.

A determinação direta da evaporação em lagos e açudes é difícil de ser realizada. Mede-se, geralmente, a evaporação da água em superfícies de pequenas dimensões como tanques. Um dos tanques recomendados pela Organização Meteorológica Mundial é o de Classe A, que em climas úmidos, tais como o de Santa Maria, é instalado 20cm acima do solo relvado.¹⁴ No entanto, nos tanques a evaporação é maior do que em uma superfície extensa de água livre, em função do efeito advectivo.¹⁵ Assim, para estimar a evaporação de uma superfície de água de grande extensão, como a de um lago ou de uma represa, é necessário corrigir os dados medidos no tanque Classe A através de um fator redutor, denominado coeficiente de tanque (K_p).

Em análise dos dados de evaporação no período 1978-2005, registrados na estação meteorológica de Santa Maria, corrigidos pelo coeficiente de tanque, verificou-se que os totais médios mensais de evaporação da água em açudes e represas são maiores em dezembro (139,2mm) e menores em junho (43,4mm). O desvio padrão é maior nos meses mais quentes do ano e menor nos meses mais frios. O contrário acontece com o coeficiente de variação. Isso indica que a evaporação tem maior variação absoluta e menor variação relativa nos meses quentes e o inverso nos meses mais frios. No período 1978-2005, o valor mensal mais baixo já registrado ocorreu em junho de 1989 (25,5mm); e o mais elevado, em dezembro de 1985 (195,5mm), coincidindo com a variação das médias dos totais mensais.

As diferenças entre os totais mensais e anuais extremos de evaporação são consideradas elevadas. Os totais extremos mais elevados em relação à média verificam-se naqueles meses e anos com um acúmulo de dias de intensa demanda atmosférica, principalmente, em períodos sem precipitação pluviométrica e com altas temperatura do ar ou, ainda, por ocasião de vários dias com vento forte. Inversamente, os totais extremos mais baixos em relação à média ocorreram nos meses e/ou anos com períodos de baixa demanda evaporativa do ar, consequência de dias com precipitação pluviométrica e/ou com céu encoberto, temperatura baixa e vento calmo.

¹⁴ OMETTO, J. C. *Bioclimatologia vegetal*. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1981. 440 p.

¹⁵ OMETTO, J. C. *Op. cit.* PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A. & SEDIYAMA, G. C. *Evapo(transpiração)*. Piracicaba: FEALQ-USP, 1997. 183 p.

Confrontando-se as médias dos totais mensais de evaporação com aqueles de precipitação pluviométrica, constata-se que estes são superiores àqueles da evaporação em todos os meses do ano. Mas, conclui-se que, por causa da grande variabilidade dos totais mensais de precipitação pluviométrica, em alguns anos a evaporação pode ser mais elevada que a precipitação, em especial nos meses de verão. Os totais mensais de precipitação pluviométrica tem variabilidade maior que os totais mensais de evaporação, indicando que pode haver anos com totais mensais de precipitação pluviométrica abaixo dos totais mensais de evaporação.

A evapotranspiração potencial (ETP) é a perda potencial de água na forma de vapor de uma superfície gramada sob condições de ótimo suprimento de água pelo solo, sendo a água perdida para a atmosfera pelos processos de evaporação na superfície do solo e, principalmente ($\approx 90\%$), pelo processo de transpiração das plantas. Também denominada de evapotranspiração de referência (ET_o), é utilizada sobretudo no cálculo do balanço hídrico do solo, com a finalidade de avaliar a disponibilidade de água para as plantas ao longo do ano. No balanço hídrico, a ETP é a variável que descreve a saída de água causada pela demanda atmosférica e a precipitação representa a reposição de água no solo.

O valor da evapotranspiração potencial pode apresentar pequenas diferenças em função do método utilizado para sua determinação. O método de Thornthwaite, por utilizar apenas valores mensais de temperatura do ar, em geral estima valores de ETP maiores do que os valores mensais acumulados obtidos pelo método de Penman-Monteith, recomendado pela FAO, principalmente no verão e no outono. Assim, se forem considerados os valores calculados por Buriol *et al.*¹⁶, serão obtidas médias ligeiramente maiores do que as apresentadas na tabela 2. Considerando os valores obtidos pelo método de Penman-Monteith para os últimos 38 anos (agosto de 1968 a julho de 2006) a partir de observações feitas no Departamento de Fitotecnia da UFSM, a média mensal da evapotranspiração potencial em Santa Maria é menor do que a da evaporação em todos os meses do ano (tabela 2). Essa relação decorre do fato de que a água perdida por transpiração em sua trajetória desde o solo até o limite externo das folhas encontra uma série de resistências ao seu fluxo.

O mês com maior média mensal de ETP é dezembro (126mm), similar a de janeiro (124mm), devido a maior disponibilidade de energia solar, a maior temperatura e a menor umidade relativa do ar nesses dois meses do ano

¹⁶ BURIOL, G. A.; ESTEFANEL, V.; SACCOL, A. V.; FONTANA, G.; FERREIRA, M.; SCHNEIDER, F. M.; AITA, L. & GIARETA, A. *Balanço hídrico seriado do Rio Grande do Sul*. Santa Maria: Departamento de Fitotecnia/CCR/UFSM, 1977.

(tabela 2). Junho e julho são os meses com a menor demanda de água pela atmosfera e, portanto, com menor ETP no ano, não alcançando 30mm por mês. Isso ocorre porque, ao contrário de dezembro e janeiro, além de serem os mais frios do ano, também apresentam maior umidade e menor disponibilidade de energia solar.

Os valores diários mais altos de ETP já determinados variam desde 2,8mm, em maio, até 6,6mm, em novembro, os quais foram registrados em dias quentes e secos, com céu límpido e ocorrência de vento Norte, ratificando que é a condição meteorológica diária que determina a magnitude da evapotranspiração potencial.

Deficiências hídricas

Santa Maria é afetada anualmente, mas de forma aleatória, por deficiências hídricas (DH) no solo, que aumentam de frequência e intensidade entre os meses de outubro e janeiro, decrescendo após até maio. No período de junho a setembro as deficiências hídricas são muito pouco prováveis e, quando eventualmente ocorrem, não ultrapassam 5,0mm.

Considerando os resultados de Buriol *et al.*¹⁷ e de Heldwein¹⁸ para balanço hídrico de solos com capacidade de armazenamento de água útil de 100mm, em 10% dos anos existe a probabilidade de ocorrer deficiência hídrica igual ou maior do que 10mm em outubro, 30mm em novembro, 55mm em dezembro, 50mm em janeiro, 35mm em fevereiro, 30mm em março, 22mm em abril e 5mm em maio. Os valores máximos absolutos de DH nesses oito meses alcançaram 41mm em outubro de 1983, 63mm em novembro de 1916, 110mm em dezembro de 1942, 129mm em janeiro 1932, 102mm em fevereiro 1945, 80mm em março de 1945, 58mm em abril de 1945 e 8mm em maio de 1966. Apesar desses valores por si só indicarem problemas sérios de disponibilidade de água em alguns anos, pelo menos nos meses de novembro a abril, o maior impacto é causado quando se tem deficiência hídrica acumulada por vários meses em sequência. Nesse sentido, 1944/1945 e 1967/1968 foram os anos agrícolas de maior deficiência hídrica já registrada: 427mm de DH acumulada em sete meses de estiagem contínua no período de novembro de 1944 até maio de 1945, e de 221mm durante os meses de estiagem de novembro de 1967 a fevereiro de 1968. Pode-se destacar ainda como muito secos os anos agrícolas de 1916/17 (176mm de outubro a fevereiro), de 1942/43

¹⁷ BURIOL, G. A.; ESTEFANEL, V.; SACCOL, A. V.; HELDWEIN, A. B. & SCHNEIDER, F. M. Disponibilidades hídricas do solo possíveis de ocorrerem no Estado do Rio Grande do Sul. *Revista do Centro de Ciências Rurais*, Santa Maria, v. 10 (suplemento), p. 1-141, 1980.

¹⁸ HELDWEIN, A.B. *Op. cit.*

(170mm de novembro a janeiro), de 1951/52, (180mm de dezembro a abril) e de 2004/05 (210mm de outubro a março). Portanto, períodos de seca são comuns em Santa Maria, devendo-se armazenar água em represas, açudes, cisternas, nos períodos em que ocorre excesso de precipitação. Da mesma forma, é necessário preservar os solos com práticas de manejo que mantenham ou mesmo melhorem sua capacidade de armazenar água, para tornar o efeito da seca menos drástico.

Os autores agradecem ao Oitavo Distrito de Meteorologia/ Instituto Nacional de Meteorologia por ceder os dados meteorológicos.

Arno Bernardo Heldwein é engenheiro agrônomo, doutor em Ciências Agrárias e professor titular do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria.

heldweinab@smail.ufsm.br

Galileo Adeli Buriol é engenheiro agrônomo, doutor em Ciências Agrárias e professor do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Franciscana (UNIFRA) de Santa Maria.

galileoburiol@yahoo.com.br

Nereu Augusto Streck é engenheiro agrônomo, PhD em Ciências Agrárias e professor associado do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria.

nstreck1@smail.ufsm.br

Considerações finais

Santa Maria é um dos locais mais quentes do estado do Rio Grande do Sul em função da sua continentalidade e baixa altitude. Mesmo assim, nos meses de abril a setembro, há registros de geadas fracas e moderadas. As chuvas são bem distribuídas e a evapotranspiração média é menor do que a média de precipitação e de evaporação. Sendo assim, a ocorrência das deficiências hídricas explica-se pela variabilidade da precipitação no tempo e pela maior evapotranspiração no período mais quente do ano. As deficiências hídricas são mais pronunciadas no verão em função da maior demanda hídrica da atmosfera e os excessos hídricos são maiores no inverno.

A umidade relativa do ar é elevada durante todo o ano, condicionando um clima úmido. Em função da alta frequência de nevoeiros, Santa Maria é um dos municípios do Rio Grande do Sul com menor disponibilidade de insolação e radiação solar. O vento Norte é marcante por sua elevada velocidade e temperatura, mas o vento predominante é o Sudestado.



SOLOS DO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA

*Ricardo Simão Diniz Dalmolin
Fabrício de Araújo Pedron*

O uso racional das terras, de acordo com os princípios de sustentabilidade, requer conhecimentos específicos sobre os solos e demais elementos que definem a paisagem regional. Em termos edáficos, o município de Santa Maria caracteriza-se por apresentar significativa diversidade de solos, com diferentes potenciais de uso. Os Argissolos, Planossolos, Gleissolos e Neossolos – os que mais se destacam na região – oferecem grande variabilidade nas suas características mineralógicas, químicas, físicas e morfológicas. Entretanto, apesar de sua longa história, o município ainda carece de investigações mais precisas sobre os solos em que se assenta e sobre seu potencial de uso. Informações pouco exatas a partir de escalas inadequadas, por exemplo, podem acarretar inestimáveis prejuízos ambientais, econômicos e sociais.

Introdução

O gerenciamento ambiental de um município somente será bem sucedido quando baseado em dados precisos sobre os elementos naturais que compõem as suas paisagens.¹ O solo é um recurso natural de suma importância na sustentação dos ecossistemas e elemento chave na classificação do potencial de uso das terras.² A definição de “terra” é mais abrangente que a de “solo”, englobando informações como relevo, clima, vegetação, drenagem entre outras.

O uso racional das terras, de modo sustentável, exige o conhecimento prévio de suas características e limitações, as quais são obtidas através dos levantamentos de solos e de aspectos do meio físico.³ Realizados no campo e no laboratório, levantamentos de solos são trabalhos que visam a identificação, caracterização e espacialização dos solos,⁴ além de prever o comportamento dos mesmos quando submetidos a um determinado tipo de uso. Essas informações permitem aos gestores tomar decisões sobre a utilização das terras, priorizando a conservação dos recursos naturais e a máxima produtividade das atividades humanas.

Ainda hoje, com todas as ferramentas e tecnologias disponíveis para as diferentes áreas profissionais, é comum a utilização de materiais cartográficos com escalas não compatíveis com o planejamento de uso das terras.⁵ Tal fato ocorre frequentemente com mapas geológicos e de solos, devido ao alto custo desses levantamentos. A carência de mapas com escalas adequadas ao planejamento de áreas municipais acarreta prejuízos ambientais e econômicos.⁶

Com mais de 150 anos de história, considerando o ano da sua instalação, o município de Santa Maria apresenta uma área de 1.780km² e uma população predominantemente urbana. De acordo com dados da Prefeitura Municipal, a população urbana atual compreende aproximadamente 95% dos habitantes. Na área rural, predominam as atividades agrícolas de exploração de grãos e pecuária.

A expansão da área urbana sobre áreas rurais tem proporcionado efeitos negativos em relação aos recursos naturais.⁷ Na área rural, atividades de uso intensivo das terras, sem o cuidado necessário, promovem problemas ambientais como erosão do solo e contaminações com produtos agrícolas. É importante ressaltar que ambas as áreas são utilizadas sem considerar informação sobre seus solos, pelo menos em escala compatível, comprometendo a manutenção desses ambientes.

¹ SANTOS, F. J. & KLAMT, E. Gestão agroecológica de microbacias hidrográficas através de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto – caso Fazenda Pantanoso. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 34, n. 6, p. 1785-1792, 2004.

² DENT, D. & YOUNG, A. *Soil survey and land evaluation*. London: E & FN Spon, 1993. 284 p.

³ LEPSCH, I. F.; BELLINAZZI, R.; BERTOLINI, D. & ESPÍNDOLA, C. R. *Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso*. Campinas: SBCS, 1991. 175 p.

⁴ EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos*. Brasília: EMBRAPA, 1995. 116 p.

⁵ DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; PEDRON, F. de A. & AZEVEDO, A. C. Relação entre as características e o uso das informações de levantamentos de solos de diferentes escalas. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 34, n. 5, p. 1479-1486, 2004.

⁶ DALMOLIN, R. S. D. *et. al. Op. cit.* GIASSON, E.; INDA JUNIOR, A. V. & NASCIMENTO, P. C. Estimativa do benefício econômico potencial de dois levantamentos de solos no Estado do Rio Grande do Sul. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 36, n. 2, p. 478-486, 2006.

⁷ ROBAINA, L. E.; BERGER, M. G.; CRISTO, S. S., V. & PAULA, P. M. Análise dos ambientes urbanos de risco do município de Santa Maria – RS. *Ciência & Natureza*, Santa Maria, v. 23, p. 139-152, 2001.

URRUTIA, R. A. *Urbanização: crescimento da área urbana, espaços ociosos e especulação imobiliária no município de Santa Maria – 1980/*

2000. 2002. 65f. Monografia (Especialização em História do Brasil) Universidade Federal de Santa Maria, 2002. PEDRON, F. de A. *Classificação do potencial de uso das terras no perímetro urbano de Santa Maria - RS*. 2005. 74f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) Universidade Federal de Santa Maria. 2005.

⁸ AZEVEDO, A. C.; PEDRON, F. de A. & DALMOLIN, R. S. D. A evolução da vida e as funções do solo no ambiente. In: CERRETTA, C. A.; SILVA, L. S. & REICHERT, J. M. *Tópicos em Ciência do Solo*. Viçosa: SBCS, 2007. v. 5, p. 1-48.

⁹ AZEVEDO, A. C. et. al. *Op. cit.*

¹⁰ MORRIS, J. G. The use of soils information in urban planning and implementation. In: BARTELLI, L. J.; KLINGEBIEL, A. A.; BAIRD, J. V. & HEDDLESON, M. R. *Soil survey and land use planning*. Madison: SSSA - ASA, 1966. p. 37-41. STROGANOVA, M. N. & AGARKOVA, M. G. Urban soils: experimental study and classification (exemplified by the soils of southwestern Moscow). *Eurasian Soil Science*, v. 25, n. 3, p. 59-69, 1993.

¹¹ AZEVEDO, A. C. et. al. *Op. cit.*

Importância do recurso solo no planejamento municipal

O solo, situado na interface da hidrosfera, litosfera e atmosfera, é um sistema dinâmico e complexo onde se instalam os ecossistemas terrestres (figura 1). Os solos apresentam funções ambientais e tecnológicas responsáveis pela manutenção da vida no planeta e pela maioria das atividades humanas.⁸ Dentre suas funções ambientais, destacam-se a sustentação da produção de biomassa, a filtragem da água e a transformação de substâncias orgânicas, além de servir como habitat e reserva biológicos. Quanto às funções tecnológicas mais importantes dos solos, estão as sustentações de obras de engenharia, o fornecimento de materiais para construções e indústrias e o meio de preservação histórica.⁹

Verifica-se que a interação homem-solo é intensa e a manutenção dos ecossistemas naturais ou modificados depende dessa relação. Com o crescimento da população humana, nas últimas décadas, e o seu poder de explorar e transformar o ambiente natural, maior atenção deve ser destinada ao conhecimento dos solos e ao entendimento do seu comportamento, quando submetidos a uma determinada atividade, visando a manutenção de suas propriedades e a minimização das chances de sua degradação.¹⁰

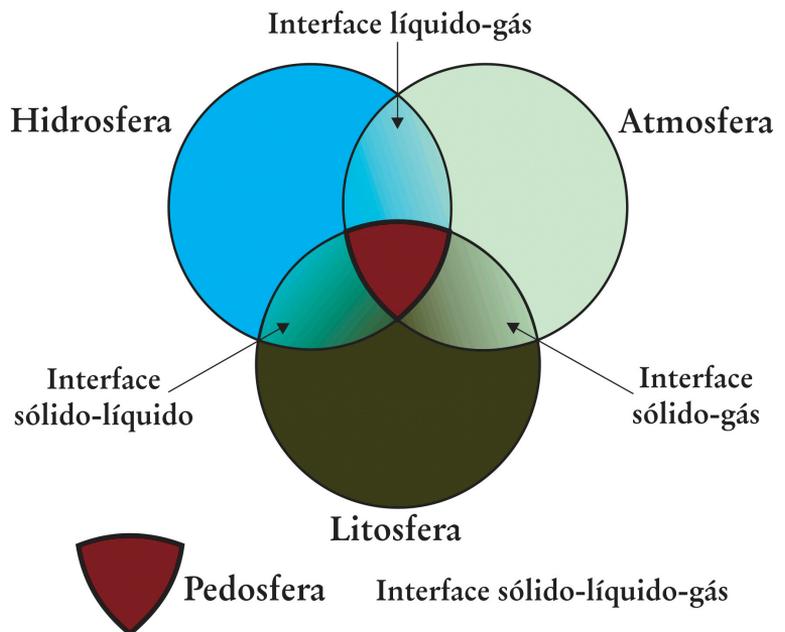


Figura 1: Interfaces das geoesferas e a situação da pedosfera (adaptado de Azevedo et al.)¹¹.

- ¹² KELLOGG, C. E. Soil survey for community planning. In: BARTELLI, L. J.; KLINGBIEL, A. A.; BAIRD, J. V. & HEDDLESON, M. R. *Soil survey and land use planning*. Madison: SSSA - ASA, 1966. p. 1-7.
- ¹³ GIASSON, E. et al. *Op. cit.*
- ¹⁴ PEDRON, F. de A.; DALMOLIN, R. S. D.; AZEVEDO, A. C.; BOTELHO, M. R. & MENEZES, F. P. Levantamento e classificação de solos em áreas urbanas: importância, limitações e aplicações. *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas, v. 13, n. 2, p. 147-151, 2007.
- ¹⁵ EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos*. *Op. cit.*
KLAMT, E.; DALMOLIN, R. S. D. & GONÇALVES, C. N. et al. *Proposta de normas e critérios para execução de levantamentos semidetalhados de solos e para avaliação da aptidão agrícola das terras*. Pelotas: NRS-SBCS, 2000. 44 p. (Boletim Técnico, 5).
DALMOLIN, R. S. D. et al. *Op. cit.*
- ¹⁶ LÉPSCH, I. F. et al. *Op. cit.*
DENT, D. & YOUNG, A. *Op. cit.*
RAMALHO FILHO, A. & BEEK, K. J. *Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras*. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, 1995. 65 p.
- ¹⁷ HALL, G. F. Pedology and geomorphology. In: WILDING, L. P.; SMECK, N. E. & HALL, G. F. *Pedogenesis and taxonomy - I. concepts and interactions*. Amsterdam: Elsevier, 1983. p. 117-140.
SMECK, N. E.; RUNGE, E. C. A. & MACKINTOSH, E. E. Dynamics and genetic modelling of soil systems. In: WILDING, L. P.; SMECK, N. E. & HALL, G. F. *Pedogenesis and taxonomy - I. concepts and interactions*. Amsterdam: Elsevier, 1983. p. 51-81.

Informações exatas a respeito dos solos no planejamento agrícola podem minimizar os danos ambientais¹² e garantem benefícios econômicos comprovados pela maior eficiência na seleção e manejo das atividades¹³. Da mesma forma, as áreas urbanas deveriam ser planejadas com mapas de solos adequados. Negligenciar a importância dos solos na gestão urbana é comum no Brasil: frequentemente se promovem assentamentos em locais impróprios, seguidos de inundações, escorregamentos de encostas, movimentações de solos e contaminações de solo e água, o que acarreta danos a estruturas públicas e privadas e, muitas vezes, à vida de cidadãos.¹⁴

Informações obtidas em levantamentos de solos

Os levantamentos de solos se destinam a registrar, analisar e interpretar observações do meio físico e de características e propriedades morfológicas, físicas, químicas, mineralógicas e biológicas dos solos, visando sua caracterização e classificação, bem como o seu mapeamento.¹⁵ Os levantamentos de solos servem de base para a determinação do potencial de uso das terras.¹⁶

Uma das principais informações obtidas por levantamentos de solos é o conhecimento da variabilidade dos mesmos.¹⁷ Os solos apresentam variabilidade espacial, relativa à sua distribuição no campo, e variabilidade vertical, em profundidade. Ambas, condicionadas pelo clima, organismos, tempo, material de origem e, principalmente, pelo relevo, que são os fatores pedogenéticos.

A relação entre o relevo e a distribuição dos solos é chamada de relação solo-paisagem. As interações dos fatores pedogenéticos imprimem processos específicos, permitindo a construção de um modelo mental da distribuição dos solos na paisagem.¹⁸ A relação solo-paisagem, quando bem compreendida, serve de ferramenta na distinção de ambientes pedogenéticos, facilitando o processo de mapeamento dos solos.¹⁹

A expressão da variabilidade espacial dos solos está ligada à escala de trabalho, ou seja, ao nível de detalhe em que o levantamento será realizado.²⁰ Nesse sentido, a correlação entre as escalas de publicação final dos mapas e os objetivos para os quais o trabalho será desenvolvido é essencial ao mapeamento dos solos e ao uso adequado das informações geradas.²¹ Por exemplo, o uso de informações obtidas de levantamentos de reconhecimento dos solos, com escala de 1:750.000, não é próprio para o planejam-

¹⁸ PEDRON, F. de A. *et. al.* Levantamento e classificação de solos em áreas urbanas... *Op. cit.*

¹⁹ LAMMERS, D. A. & JOHN-SON, M. G. Soil mapping concepts for environmental assessment. In: MAUSBACH, M. J. & WILDING, L. P. *Spatial variabilities of soils and landforms*. Madison: SSSA, 1991. (Special publications, 28), p. 149-160.

²⁰ EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos*. *Op. cit.* DALMOLIN, R. S. D. *et. al.* *Op. cit.*

²¹ KLAMT, E. *et. al.* *Op. cit.* STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E. & PINTO, L. F. S. *Solos do Rio Grande do Sul*. 2. ed. Porto Alegre: Emater/RS-ASCAR, 2008. 222 p.

²² DALMOLIN, R. S. D. *et. al.* *Op. cit.* PEDRON, F. de A. *et. al.* Levantamento e classificação de solos em áreas urbanas... *Op. cit.*

²³ PEDRON, F. de A. *et. al.* Levantamento e classificação de solos em áreas urbanas... *Op. cit.*

²⁴ HUNTER, W. R.; TIPPS, C. W. & COOVER, J. R. Use of soil maps by city official for operational planning. In: BARTELLI, L. J.; KLINGEBIEL, A. A.; BAIRD, J. V. & HEDDLESON, M. R. *Soil survey and land use planning*. Madison: SSSA – ASA, 1966. p. 31-36. WITWER, D. B. Soils and their role in planning a sub-urban county. In: BARTELLI, L. J.; KLINGEBIEL, A. A.; BAIRD, J. V. & HEDDLESON, M. R. *Soil survey and land use planning*. Madison: SSSA – ASA, 1966. p. 15-30.

²⁵ PEDRON, F. de A.; DALMOLIN, R. S. D. & AZEVEDO, A. C. Levantamento

to de qualquer atividade no âmbito do município, onde a escala de trabalho deve ser 1:50.000 ou maior, com levantamentos de solos do tipo semidetalhado a detalhado.²²

Um desafio a ser enfrentado pelos pedólogos – profissionais responsáveis pelos levantamentos de solos – é a obtenção de informações pertinentes ao comportamento dos solos que satisfaçam as necessidades de profissionais de áreas não agrícolas, uma vez que, ainda hoje, a maioria dos levantamentos de solos é realizada para fins de planejamento agrícola. Nesse caso, os levantamentos de solos em áreas urbanas e rurais devem ter caráter multidisciplinar.²³ Além disso, a criação de mapas interpretativos (figura 2) para cada tipo de uso é fundamental para facilitar o acesso às informações geradas.²⁴

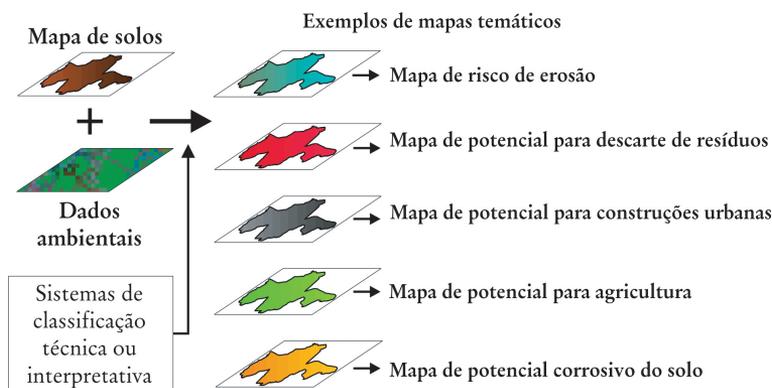


Figura 2: Exemplos de mapas interpretativos gerados para facilitar o entendimento das informações obtidas nos levantamentos de solos (adaptado de Pedron *et al.*²⁵).

Análise dos dados de solos disponíveis para o município de Santa Maria

As informações sobre os solos do município de Santa Maria podem ser obtidas nos mapas de solos disponíveis, referentes ao Levantamento Exploratório dos Solos do Rio Grande do Sul do Projeto RADAMBRASIL²⁶, Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Rio Grande do Sul²⁷ e Levantamento Semidetalhado do Perímetro Urbano de Santa Maria²⁸.

O mapa do levantamento de reconhecimento de solos do Estado do Rio Grande do Sul, publicado na escala 1:750.000 e ampliado na figura 3, informa que na área do município de Santa Maria ocorrem os seguintes tipos de solos: Argissolos Vermelhos (27%), Argissolos Bruno-Acin-

e classificação de solos urbanos: oportunidades e limitações. In: AZEVEDO, A. C.; DALMOLIN, R. S. D. & PEDRON, F. de A. *Solos & Ambiente – II Fórum*. Santa Maria: Orium, 2006. p. 55-77.

²⁶ IBGE. *Levantamento de recursos naturais do projeto RADAMBRASIL*. Folha SH. 22. Porto Alegre e parte das folhas SH.21 Uruguaiana e SI.22 Lagoa Mirim. Rio de Janeiro: IBGE, 1986. 796 p.

²⁷ BRASIL. Ministério da Agricultura. Divisão de Pesquisas Pedológicas. *Levantamento de reconhecimento dos solos do Rio Grande do Sul*. Recife: MA/DPP, 1973. 431 p. (Boletim Técnico, 30).

²⁸ PEDRON, F. de A.; DALMOLIN, R. S. D. & AZEVEDO, A. C. *Solos do perímetro urbano de Santa Maria: características, classificação e potencial de uso*. Santa Maria: Orium, 2008. 143 p.

²⁹ STRECK, E. V. *et. al. Op. cit.*

³⁰ PEDRON, F. de A.; DALMOLIN, R. S. D.; AZEVEDO, A. C.; POELKING, E. L. & MIGUEL, P. Utilização do sistema de avaliação do potencial de uso urbano das terras no diagnóstico ambiental do município de Santa Maria - RS. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 36, n. 2, p. 468-477, 2006.

zentados (25,5%), Planossolos Háplicos (34,3%), Associação Neossolo Litólico + Chernossolo Argilúvico (4,8%) e Luvisso solo Háplico (0,6%). Esses caracterizam-se por apresentar alta suscetibilidade aos processos erosivos, devido principalmente à textura superficial mais arenosa associada a condições do relevo. Além disso, são em geral solos pouco férteis²⁹ e com limitações para atividades como descarte de resíduos e construções urbanas, devendo ser utilizados com planejamento adequado.³⁰

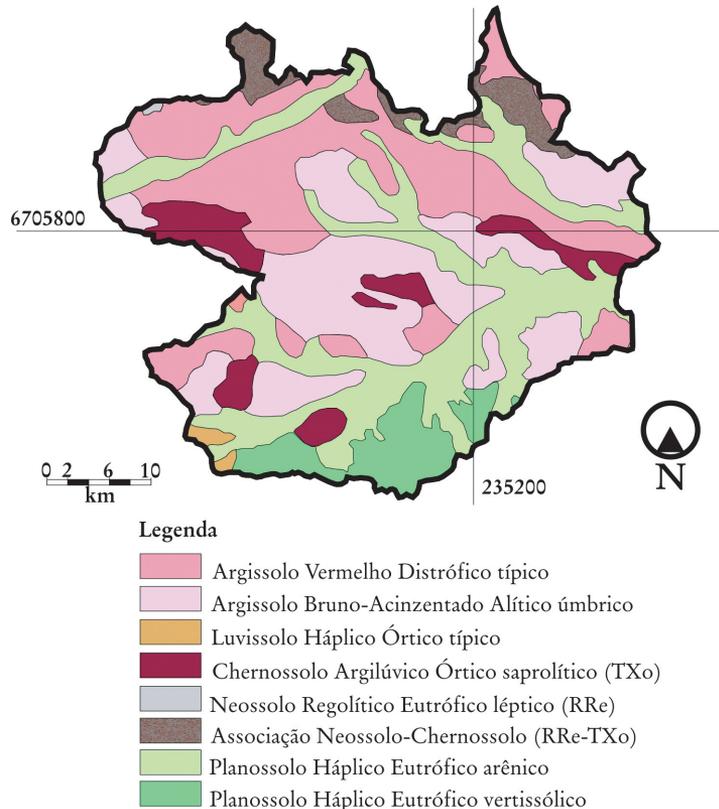


Figura 3: Solos do município de Santa Maria, ampliado do mapa de solos do Rio Grande do Sul³¹ publicado na escala 1:750.000 (legenda atualizada conforme Embrapa³²).

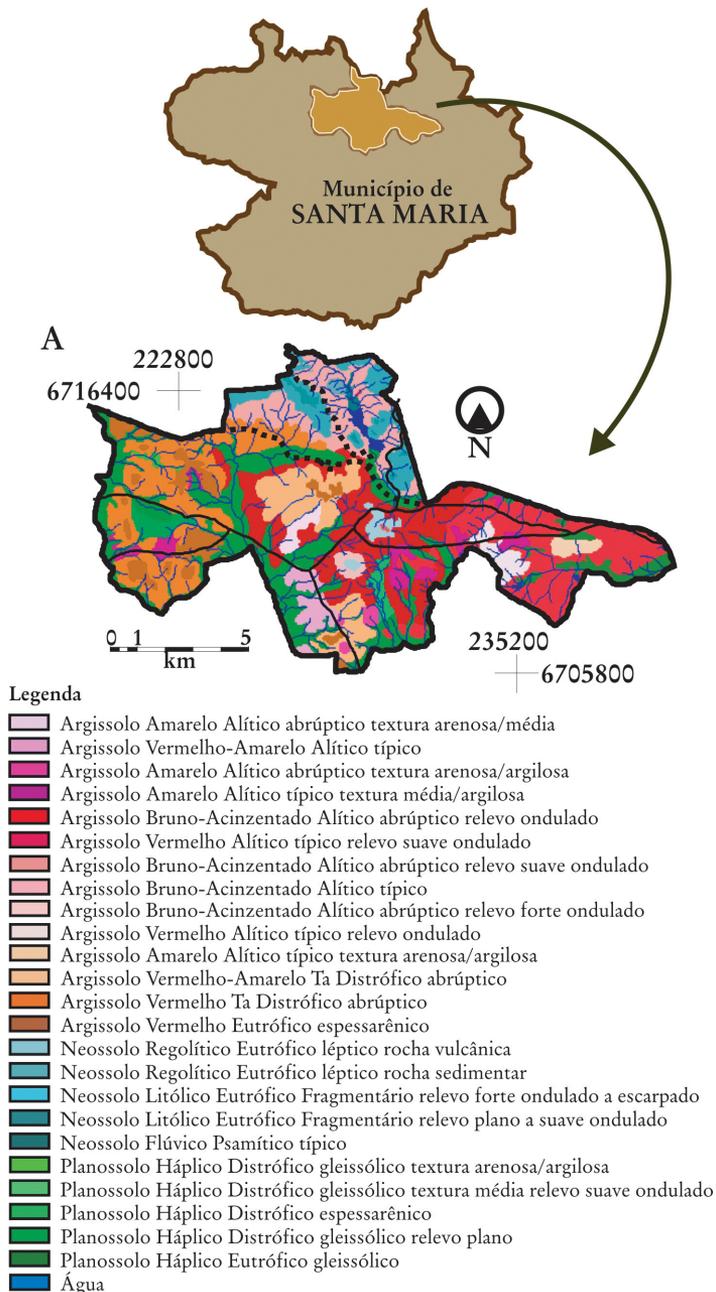
As informações mais detalhadas estão disponíveis somente para o perímetro urbano, na escala 1:50.000.³³ Na figura 4 é possível observar mapa na escala 1:50.000 (figura 4A), ampliado da escala 1:750.000 (figura 4B). Os solos que aparecem nesta última escala são predominantemente o Argissolo Vermelho Distrófico típico, ocupando 70% da área (tabela 1), seguido do Planossolo Háplico Eutrófico arenico, com 20,5%, Associação Neossolo Regolítico Eu-

³¹ BRASIL. Ministério da Agricultura. *Op. cit.*

³² EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2ª ed.. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006. 306 p.

³³ PEDRON, F. de A. *et. al. Solos do perímetro urbano de Santa Maria... Op. cit.*

trófico léptico + Chernossolo Argilúvico Órtico sáprico, com 5,1%, e Argissolo Bruno-Acinzentado Alítico úmbrico, com 4,4% da área. No mapa semidetalhado, escala 1:50.000, é possível verificar a grande variabilidade de solos que ocorre no perímetro urbano, pois nesta escala se percebem detalhes incompatíveis com a escala 1:750.000, de reconhecimento.



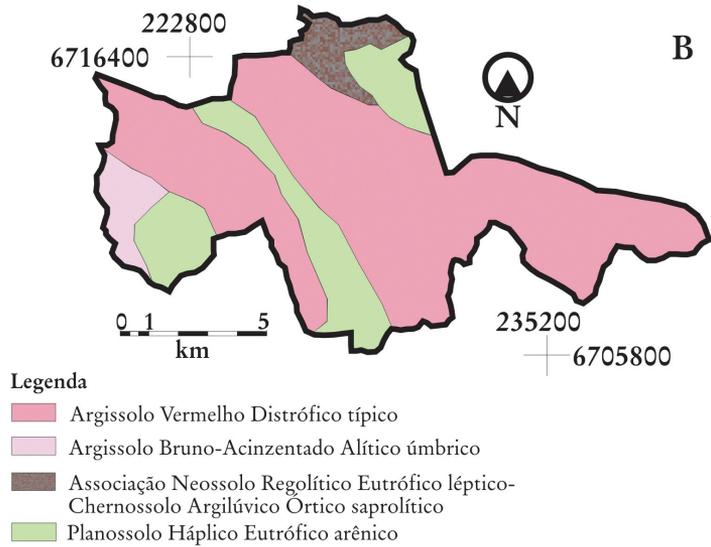


Figura 4: Solos do perímetro urbano de Santa Maria, publicado na escala 1:50.000³⁴ (A) e ampliado do mapa de solos do Rio Grande do Sul³⁵ publicado na escala 1:750.000 (B) (legenda atualizada conforme Embrapa³⁶).

³⁴ PEDRON, F. de A. *et. al.* Solos do perímetro urbano de Santa Maria... *Op. cit.*

³⁵ BRASIL. Ministério da Agricultura. *Op. cit.*

³⁶ EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos. Op. cit.*

Considerando os Argissolos Vermelhos, que no mapa de reconhecimento ocupam 70% da área, no mapa semidetalhado o percentual ocupado com esta classe de solo é de 32,2%, além da ocorrência de Argissolos Vermelhos-Amarelos (8,9%) e Argissolos-Amarelos (5,3%), que não aparecem no mapa de reconhecimento (figura 4, tabela 1). Quanto à classe dos Argissolos Bruno-Acinzentados, que no mapa de reconhecimento ocupa uma área de 4,4%, passa para 22,4% no mapa semidetalhado. Esta classe de solos em geral imperfeitamente drenados foi englobada na classe dos Argissolos Vermelhos, no mapa de reconhecimento. Os Planossolos, por sua vez, que no mapa de reconhecimento preenchem uma área de 20,5%, no mapa semidetalhado, incluindo as diferenças nos níveis categóricos mais baixos, perfazem 23,5% da área do perímetro urbano de Santa Maria. Enfim, os Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos são percebidos numa área de 7,5% no mapa semidetalhado, enquanto que, no mapa de reconhecimento, a classe dos Neossolos Litólicos aparece em associação com Chernossolos, com 5,1% da área. A classe dos Chernossolos não foi identificada no mapeamento semidetalhado.

Nessa comparação entre mapas, é possível verificar que a ampliação daqueles obtidos em escalas menores não permite a visualização dos solos em maior detalhe. Nesse caso, cada tipo de levantamento disponibiliza informações que podem ser

³⁷ DALMOLIN, R. S. D. *et. al.* *Op. cit.*

³⁸ BRASIL. Ministério da Agricultura. *Op. cit.*

³⁹ PEDRON, F. de A. *et. al.* *Solos do perímetro urbano de Santa Maria... Op. cit.*

utilizadas para usos específicos e não indiscriminadamente, como acontece com frequência.³⁷ É fundamental ressaltar que a variabilidade morfogenética afeta o potencial de uso dos solos e, conseqüentemente, das terras. Sendo assim, mapas inadequados podem levar a um planejamento sem sucesso, pois consideram dados não representativos da área e não compatíveis com a intensidade de uso que se pretende.

Tabela 1: Áreas das classes de solos do perímetro urbano de Santa Maria, nas escalas ampliado da escala 1:750.000³⁸ e 1:50.000³⁹.

Classes de solos	Áreas 1* (%)	Áreas 2* (%)
Argissolo Vermelho Distrófico típico	70,0	-
Argissolo Bruno-Acinzentado Alítico úmbrico	4,4	-
Planossolo Háptico Eutrófico arênico	20,5	-
Associação Neossolos Regolítico Eutrófico léptico – Chernossolo Argilúvico Órtico saprolítico	5,1	-
Argissolo Amarelo Alítico abruptico textura arenosa/média A chernozêmico relevo suave ondulado a ondulado	-	0,9
Argissolo Amarelo Alítico abruptico textura arenosa/argilosa A moderado relevo suave ondulado	-	0,6
Argissolo Amarelo Alítico típico textura média/argilosa A proeminente relevo suave ondulado	-	2,9
Argissolo Amarelo Alítico típico textura arenosa/argilosa A moderado relevo suave ondulado	-	0,9
Argissolo Bruno-Acinzentado Alítico típico textura média/argilosa A moderado relevo suave ondulado a ondulado	-	7,7
Argissolo Bruno-Acinzentado Alítico abruptico textura arenosa/média A fraco relevo suave ondulado	-	0,1
Argissolo Bruno-Acinzentado Alítico abruptico textura arenosa/média A moderado relevo suave ondulado a ondulado	-	14,0
Argissolo Bruno-Acinzentado Alítico abruptico textura arenosa/média A moderado relevo ondulado a forte ondulado	-	0,6
Argissolo Vermelho-Amarelo Alítico típico textura arenosa/argilosa A moderado relevo suave ondulado	-	2,2
Argissolo Vermelho-Amarelo Ta Distrófico abruptico textura arenosa/argilosa A fraco relevo suave ondulado	-	6,7
Argissolo Vermelho Alítico típico textura média/argilosa A proeminente relevo suave ondulado	-	13,3
Argissolo Vermelho Alítico típico textura média/argilosa A proeminente relevo ondulado	-	1,5
Argissolo Vermelho Ta Distrófico abruptico textura arenosa/média A proeminente relevo suave ondulado	-	12,4
Argissolo Vermelho Eutrófico espessarênico textura arenosa/argilosa A moderado relevo suave ondulado	-	5,0
Neossolo Regolítico Eutrófico léptico textura média A chernozêmico relevo ondulado	-	1,0
Neossolo Regolítico Eutrófico léptico textura arenosa a média A proeminente relevo suave ondulado a ondulado	-	0,3
Neossolo Litólico Eutrófico fragmentário relevo forte ondulado a escarpado	-	5,6
Neossolo Litólico Eutrófico fragmentário relevo plano a suave ondulado	-	0,6
Neossolo Flúvico Psamítico típico textura arenosa A moderado relevo plano a suave ondulado	-	0,3
Planossolo Háptico Distrófico gleissólico textura arenosa/argilosa A proeminente relevo plano a suave ondulado	-	2,1
Planossolo Háptico Distrófico gleissólico textura média A proeminente relevo plano a suave ondulado	-	0,3
Planossolo Háptico Distrófico espessarênico textura arenosa/média A proeminente relevo plano a suave ondulado	-	0,9
Planossolo Háptico Distrófico gleissólico textura média A proeminente relevo plano	-	1,2
Planossolo Háptico Eutrófico gleissólico textura média/argilosa A proeminente relevo plano	-	19,0

*Áreas 1 – Brasil (1973); *Áreas 2 – Pedron *et al.* (2008)

Levantamentos exploratórios e de reconhecimento de solos são úteis para subsidiar informações de grandes áreas, como por exemplo, o mapa de solos do Rio Grande do Sul⁴⁰, que permite visualizar diferentes classes de solo que ocorrem no estado. Entretanto, o nível de detalhe das informações geradas nestes levantamentos é incompatível com o planejamento de municípios ou microbacias hidrográficas. Nesses casos, levantamentos semidetalhados e detalhados de solos, publicados em escalas maiores que 1:60.000, são necessários.⁴¹

Relação solo-paisagem no município de Santa Maria

A relação solo-paisagem das áreas de transição entre a Depressão Central e o Planalto Gaúcho tem sido apresentada em Brasil⁴², Klamt *et al.*⁴³, Dalmolin & Pedron⁴⁴ e Streck *et al.*⁴⁵. No município de Santa Maria, ocorrem feições geomorfológicas com declividades fortes chegando a relevo escarpado (Rebordo do Planalto), seguidas por coxilhas sedimentares com relevo suave ondulado a forte ondulado e várzeas de depósitos fluviais recentes com relevo plano (figura 5).

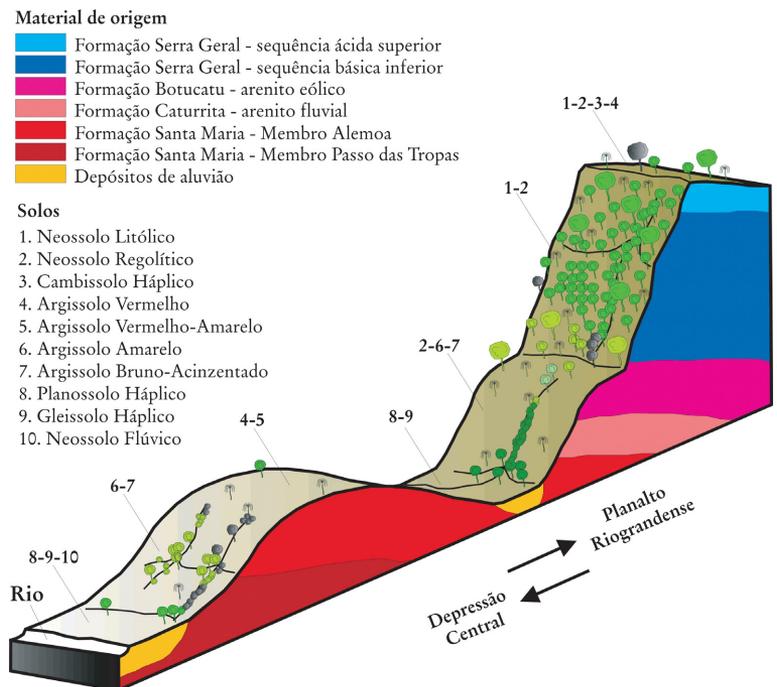


Figura 5: Relação solo-paisagem no município de Santa Maria⁴⁶.

⁴⁰ BRASIL. Ministério da Agricultura. *Op. cit.*

⁴¹ EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos. Op. cit.*
DALMOLIN, R. S. D. *et. al. Op. cit.*

⁴² BRASIL. Ministério da Agricultura. *Op. cit.*

⁴³ KLAMT, E.; DALMOLIN, R. S. D. & CABRAL, D. R. *Solos do Município de São João do Polêsine: Classificação, Distribuição Geográfica e Aptidão de Uso.* Santa Maria: CCR, Departamento de Solos, 1997. 93 p.

⁴⁴ DALMOLIN, R. S. D. & PEDRON, F. de A. *Distribuição dos solos no ambiente.* In: AZEVEDO, A. C.; DALMOLIN, R. S. D. & PEDRON, F. de A. *Solos & Ambiente – I Fórum.* Santa Maria: Pallotti, 2004. p. 23-39.

⁴⁵ STRECK, E. V. *et. al. Op. cit.*

⁴⁶ PEDRON, F. de A. *et. al. Solos do perímetro urbano de Santa Maria... Op. cit.*

No Rebordo do Planalto, encontram-se os Neossolos Litólicos e Regolíticos nas áreas de relevo ondulado a escarpado (figura 5). No topo dos morros existem áreas relativamente planas onde ocorrem associações de Neossolos Litólicos, Neossolos Regolíticos, Cambissolos Háplicos, Chernossolos Argilúvicos e Argissolos Vermelhos. Ainda no rebordo, em seu terço inferior, com relevo ondulado a suave ondulado, predominam os Argissolos.

Já na área da Depressão Central, ocorrem os Argissolos Vermelhos e Argissolos Vermelho-Amarelos, no terço superior, bem drenados, das coxilhas sedimentares. No terço inferior das coxilhas aparecem os Argissolos Amarelos, Argissolos Acinzentados e Argissolos Bruno-Acinzentados. Enfim, nas várzeas fluviais, surgem os Planossolos Háplicos, muitas vezes associados aos Gleissolos Háplicos e Neossolos Flúvicos (figura 5).

Características e potencial de uso das principais classes de solos do município de Santa Maria

Argissolos

A classe dos Argissolos é caracterizada por possuir elevada variabilidade morfológica, química e ambiental⁴⁷, sendo sua principal característica a presença de horizonte superficial de textura média a arenosa e horizonte subsuperficial (Bt) com incremento de argila iluvial. Mostram sequência de horizontes A, Bt e C, podendo em muitos casos haver horizonte E. Alguns Argissolos possuem caráter alítico, englobando os antigos Alissolos, contendo saturação por alumínio maior ou igual a 50%, teor de alumínio maior ou igual a 4 cmol_c kg⁻¹ e atividade de argila maior que 20 cmol_c kg⁻¹ na maior parte do horizonte B.⁴⁸ No município de Santa Maria os Argissolos são, em geral, ácidos, com baixos teores de fósforo e de matéria orgânica. A capacidade de troca de cátions (CTC) no horizonte A é baixa, aumentando no horizonte B. A saturação por bases é média nos horizontes superficiais, reduzindo com o aumento da profundidade do perfil.

De acordo com Streck *et al.*⁴⁹, este conjunto de atributos confere aos Argissolos baixa fertilidade natural e elevada toxidez por alumínio para a maioria das culturas. Os Argissolos bem drenados são classificados como Argissolos Vermelhos (figura 6) e Argissolos Vermelho-Amarelos. Aqueles que apresentam drenagem imperfeita – o que lhes atribui coloração brunada a acinzentada no horizonte Bt – são classificados como Argissolos Amarelos (figura 7), Argissolos Acinzentados e Argissolos Bruno-Acinzentados (figura 8).

⁴⁷ PEDRON, F. de A.; MIGUEL, P.; RODRIGUES, R. B.; BOTELHO, M. R.; DALMOLIN, R. S. D. & AZEVEDO, A. C. Variabilidade e a aptidão agrícola de Argissolos na Depressão Central do Rio Grande do Sul. In: V REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2004, Florianópolis, SC. *Anais* (CD-ROM) ... Florianópolis, 2004. 4 p.

⁴⁸ EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Op. cit.

⁴⁹ STRECK, E. V. *et al.* Op. cit.

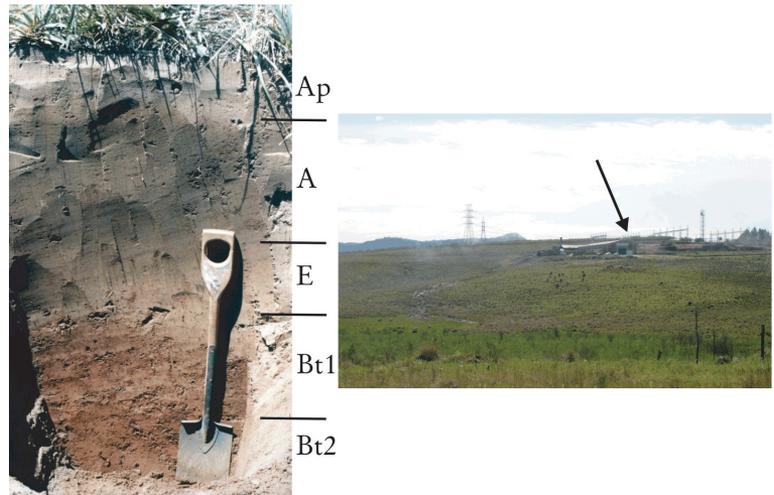


Figura 6: Perfil e paisagem de ocorrência do Argissolo Vermelho no município de Santa Maria.⁵⁰

⁵⁰ As fotografias utilizadas no artigo foram produzidas pelos autores.

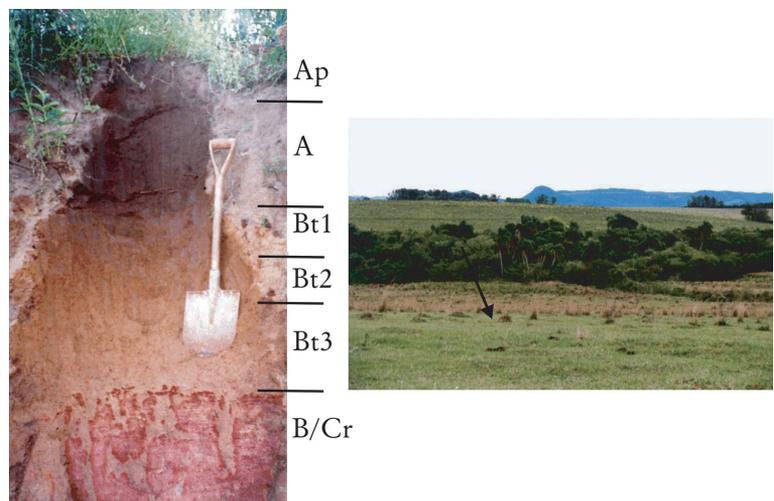


Figura 7: Perfil e paisagem de ocorrência do Argissolo Amarelo no município de Santa Maria.

Seus locais de ocorrência vão desde o topo até o sopé das coxilhas sedimentares, sobre os diversos materiais geológicos da região. Também podem ser vistos nos patamares formados sobre rochas vulcânicas no rebordo do Planalto. O relevo característico desta classe de solo é suave-ondulado a ondulado, com declividades de 3 a 20%.

Variações na espessura, na sequência dos horizontes e na textura caracterizam os Argissolos. Alguns locais podem exibir camadas concrecionárias, geralmente no topo do horizonte Bt. É muito comum haver diferentes classes de

Argissolos associadas, como resultado das variações das condições ambientais – principalmente relevo e drenagem.

Com amplo potencial de uso, devido as suas diferentes características, associadas ao relevo onde ocorrem, são entretanto, em termos gerais, solos que apresentam limitações agrícolas, como por exemplo, baixa fertilidade natural e alta suscetibilidade a erosão. Para serem cultivados, exigem especial atenção de práticas conservacionistas e correção da fertilidade química.

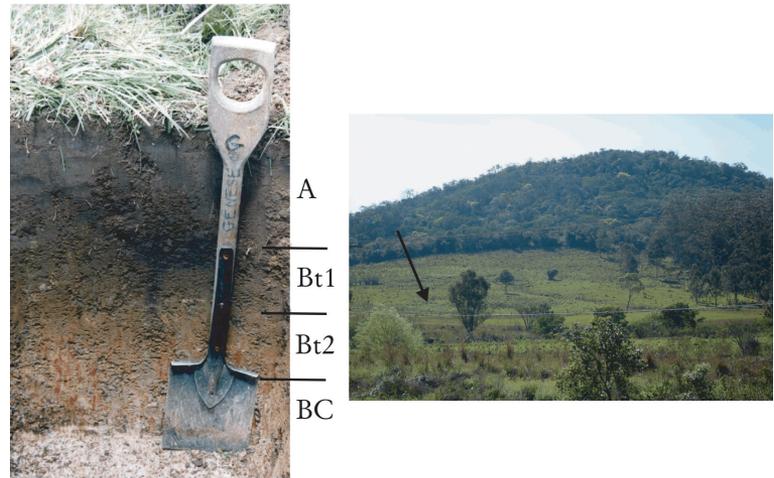


Figura 8: Perfil e paisagem de ocorrência do Argissolo Bruno-Acinzentado no município de Santa Maria.

Em relação a usos não agrícolas, como descartes de resíduos, assentamentos urbanos, cemitérios entre outros, os Argissolos devem ser avaliados levando-se em consideração as condições ambientais. Material geológico do tipo aquífero, pequena profundidade do solo, baixos teores de argila no horizonte B, atividade da argila baixa, declividade acentuada e proximidade de cursos d'água são exemplos de fatores que podem comprometer o seu potencial de uso. Por isso, o planejamento de qualquer atividade antrópica deve ser ancorado no conhecimento prévio e detalhado dos solos e do ambiente.

Planossolos

Os Planossolos apresentam horizonte B plânico – tipo especial de horizonte B textural –, que possui permeabilidade lenta, cores acinzentadas e mosqueados devido à redução do ferro (figura 9), além de uma estrutura prismática, colunar ou em blocos, a qual contrasta com a estrutura menos desenvolvida dos horizontes superficiais.⁵¹ Tais

⁵¹ EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Op. cit. STRECK, E. V. et. al. Op. cit.

solos ocupam o terço inferior da coxilha com relevo suave ondulado, além das várzeas com relevo plano. Possuem na composição de origem materiais sedimentares da Formação Santa Maria ou sedimentos aluviais recentes, em geral mal drenados. Configuram normalmente sequência de horizontes A, E, Btg, C ou Cg – os horizontes A e E de textura arenosa, mudando abruptamente para o horizonte Btg mais argiloso. Essa mudança textural abrupta é que distingue os Planossolos dos Gleissolos.

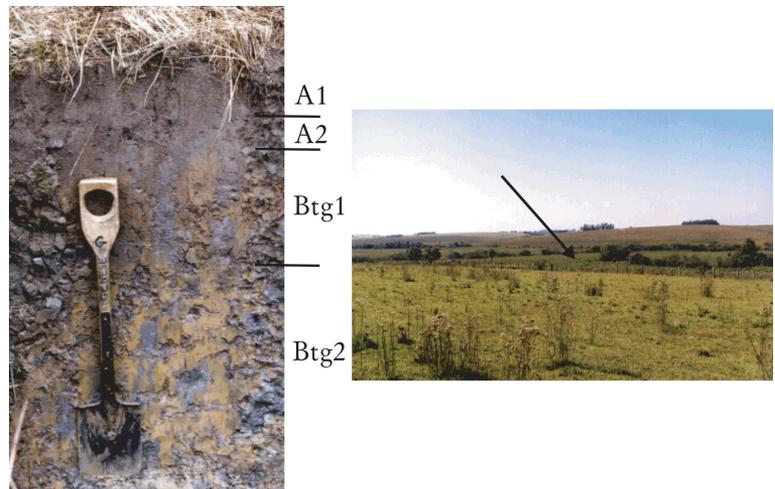


Figura 9: Perfil e paisagem de ocorrência do Planossolo Háplico no município de Santa Maria.

Os Planossolos encontrados no município de Santa Maria contêm acidez mediana, com baixa saturação por bases nos horizontes superficiais e CTC média a alta quando aumenta a profundidade. Os teores de potássio são médios, enquanto os de fósforo são baixos. Os teores de cálcio e magnésio variam de baixos a altos, enquanto os teores de matéria orgânica mostram-se baixos em todo o perfil.

Por outro lado, possuem variações na espessura e sequência dos horizontes, podendo ocorrer associados com Gleissolos Háplicos e Argissolos Amarelos, Argissolos Acinzentados ou Argissolos Bruno-Acinzentados. Trata-se de solos com elevado potencial para a cultura do arroz irrigado, porém com potencial restrito para outras culturas anuais, como por exemplo, soja e milho. Muitos locais podem ser utilizados com culturas perenes, silvicultura ou pastagem natural.

Em relação ao uso não agrícola, oferecem restrições para descarte de resíduos, cemitérios e construções urbanas,

devido a limitações como material de origem do tipo aquífero, má drenagem e suscetibilidade a inundações. São indicados somente para o uso com áreas verdes e recreativas.

Gleissolos

Os Gleissolos formam-se pelo processo de gleização, em que há dissolução dos óxidos de ferro pela saturação hídrica permanente ou periódica.⁵² Podem apresentar textura argilosa ou arenosa em todo o perfil, com sequência de horizontes A, Bg, Cg. Por vezes, sua configuração granulométrica os assemelha aos Planossolos, com o horizonte A arenoso e o horizonte B argiloso, diferenciando-se pela ausência de mudança textural abrupta.

Com suas características morfológicas, químicas e físicas semelhantes aos Planossolos e, da mesma forma, uma ampla variabilidade no campo, os Gleissolos estão situados nas áreas mais baixas, com saturação de água permanente (figura 10). Estes solos podem ser eutróficos, com alta saturação por bases, ou distróficos e com alto teor de alumínio trocável. Trata-se geralmente de solos profundos, desenvolvidos sobre os mesmos materiais sedimentares dos Planossolos.

⁵² EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Op. cit.

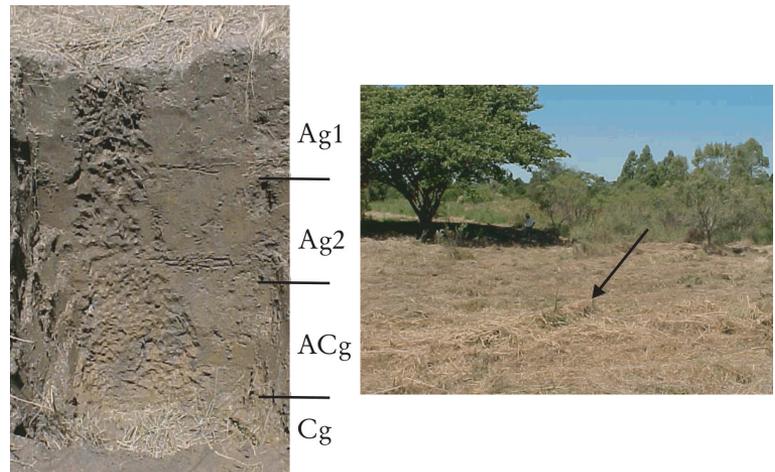


Figura 10: Perfil e paisagem de ocorrência do Gleissolo Háptico no município de Santa Maria.

Em relação ao potencial de uso, os Gleissolos comportam-se de forma semelhante aos Planossolos. Porém, quando apresentam textura arenosa em todo o perfil, são pouco indicados para o cultivo de arroz irrigado, pois a ausência de camadas com baixa permeabilidade (B textural)

promove um elevado consumo de água, inviabilizando a produção. A baixa CTC nos gleissolos arenosos, a má drenagem e os riscos de inundação tornam esses solos inadequados para os usos não agrícolas referidos (descarte de resíduos, cemitérios, assentamentos urbanos, uso industrial).

Neossolos

Quanto aos Neossolos, no município de Santa Maria predominam os Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos, ambos sobre relevo ondulado a escarpado.

Os Neossolos Litólicos (figura 11) possuem sequência de horizontes A, R, com contato lítico – entendido como o contato do solo com a rocha inalterada – a uma profundidade de 50cm da superfície. Os Neossolos Regolíticos (figura 12) mostram sequência de horizontes A, Cr, R e contato lítico a profundidades superiores a 50cm.⁵³ O material de origem destes solos é o basalto (figura 11) ou o arenito (figura 12).

⁵³ EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Op. cit.

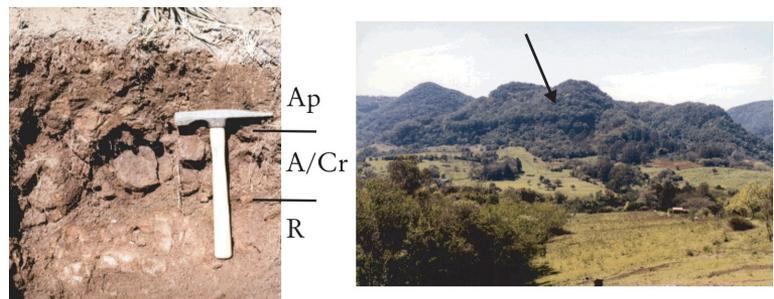


Figura 11: Perfil e paisagem de ocorrência do Neossolo Litólico no município de Santa Maria.

Caracterizados pela alta suscetibilidade à erosão hídrica – devido a sua morfologia e ao relevo onde ocorrem – por sua pouca espessura e presença de pedregosidade e rochosidade, os Neossolos Litólicos apresentam severas limitações tanto ao uso agrícola quanto ao uso não agrícola: são inadequados para descarte de resíduos e cemitérios, com fortes restrições ao assentamento urbano e indústrias. Quanto aos Neossolos Regolíticos, contêm uma camada saprolítica sobre o contato lítico que, em alguns casos, pode elevar o potencial de uso desses solos, principalmente, para agricultura e assentamentos urbanos. Entretanto, somente estudos detalhados das características dos solos poderão indicar o seu exato potencial.

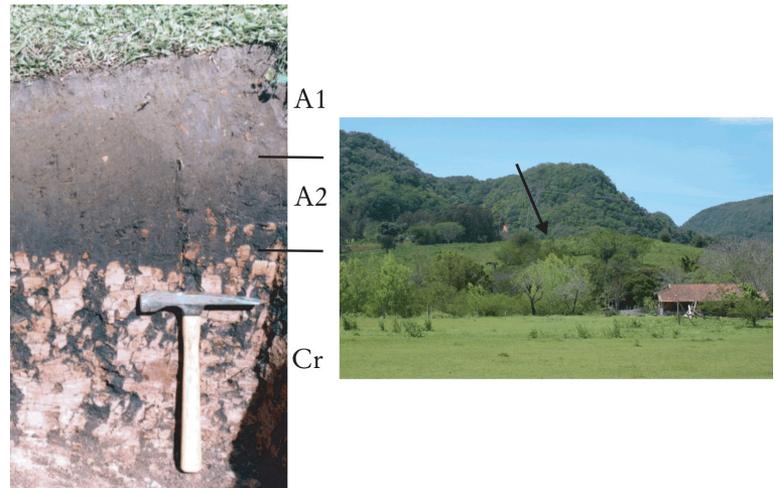


Figura 12: Perfil e paisagem de ocorrência do Neossolo Regolítico no município de Santa Maria.

Finalmente, registram-se os Neossolos Flúvicos, em áreas planas ao longo dos arroios principais, como o Vacaí-Mirim, o Cadena e o Ferreira (figura 13). Essa classe de solo ocorre frequentemente associada aos Planossolos e Gleissolos, formados sobre os depósitos fluviais. Os Neossolos Flúvicos têm baixo potencial para a agricultura e são inadequados para usos não agrícolas como os já citados. Mas, por sua grande importância ambiental – visto que constituem áreas de recarga dos aquíferos locais – necessitam muita atenção quanto ao seu uso e manejo, de forma a preservar as águas subterrâneas de riscos de contaminação.

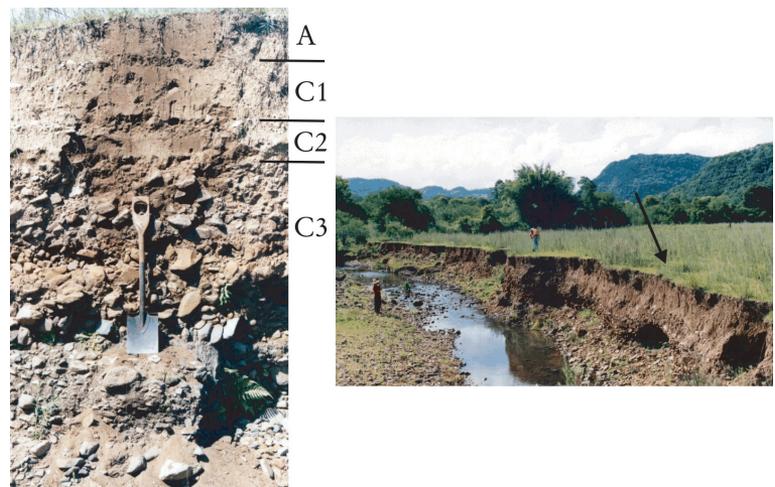


Figura 13: Perfil e paisagem de ocorrência do Neossolo Flúvico no município de Santa Maria.

Potencial de uso urbano das terras no perímetro urbano de Santa Maria

⁵⁴ PEDRON, F. de A. *et al.* Utilização do sistema de avaliação do potencial de uso urbano... *Op. cit.*

O potencial de uso urbano das terras no perímetro urbano de Santa Maria foi determinado por Pedron *et al.*⁵⁴ através do Sistema de Avaliação do Potencial de Uso Urbano das Terras (SAPUT). Esse sistema se propõe a analisar e classificar áreas sob influência urbana quanto à sua capacidade de suportar determinada atividade humana com a mínima degradação das terras. O SAPUT é estruturado em quatro grupos de uso: descarte de resíduos, construções urbanas, agricultura urbana e preservação ambiental, os quais, por sua vez, são agrupados em três classes de uso: adequada, restrita e inadequada, considerando as características e propriedades ambientais referentes a cada gleba de terra.

Os dados de potencial de uso urbano das terras (figura 14) obtidos pelo SAPUT mostram que a classe predominante foi a 3u/2a (52%), a qual compreende terras que possuem fortes limitações para o descarte de resíduos. Em relação ao uso para construções urbanas, as limitações sugerem aptidão para áreas verdes e de recreações, e quanto à agricultura urbana, reservam-se estas áreas para olericultura e fruticultura.

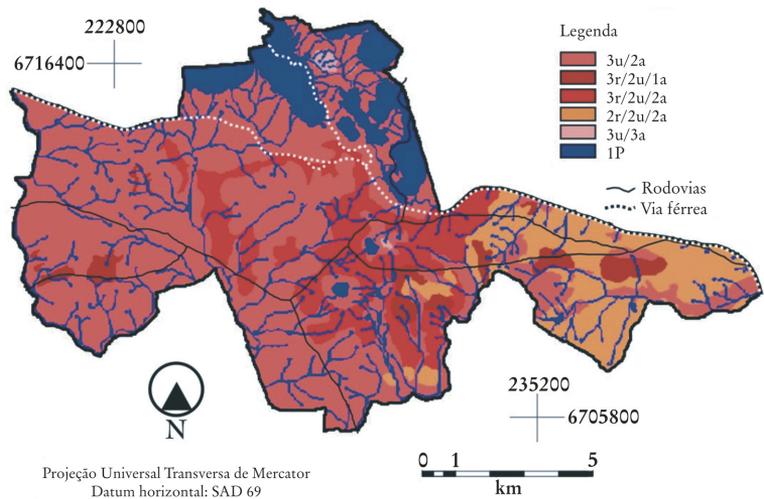


Figura 14: Mapa de potencial de uso urbano das terras do perímetro urbano de Santa Maria.⁵⁵

⁵⁵ PEDRON, F. de A. *et al.* Utilização do sistema de avaliação do potencial de uso urbano... *Op. cit.*

O restante da área apresentou potencial limitado para descarte de resíduos orgânicos e inorgânicos atóxicos e uso restrito para construções urbanas do tipo residencial e co-

mercial (27%), sendo 20% do perímetro urbano classificado como área exclusiva de preservação ambiental (1P).

A forte limitação das terras quanto ao uso para descarte de resíduos está associada principalmente à proximidade dos cursos d'água e ao material de origem. De acordo com a legislação, aterros sanitários não podem ser instalados em uma faixa de 200 metros dos cursos d'água.⁵⁶ O material geológico foi outro fator restritivo do uso com os grupos descarte de resíduos e construções urbanas. Santa Maria encontra-se sobre uma região onde predominam formações sedimentares constituídas de arenitos e siltitos argilosos. Na área de estudo, ocorrem materiais geológicos impermeáveis que não oferecem perigo ao uso urbano, pois não apresentam caráter aquífero. No entanto, outros materiais são considerados permeáveis a semipermeáveis, oferecendo riscos de contaminação das águas subterrâneas.⁵⁷

Considerações finais

O uso de informações sobre os solos é fundamental ao planejamento de uso racional dos recursos naturais e das atividades humanas. Entretanto, a utilização de mapas de solos publicados em escalas inapropriadas, cuja ampliação não permite a obtenção de informações importantes, pode conduzir a equívocos resultando em danos ambientais, econômicos e sociais.

Santa Maria não possui um levantamento de solos de todo o seu território que seja compatível com o planejamento municipal; tal negligência implica uso de mapas inadequados, com informações pouco precisas que levam a interpretações errôneas.

Os solos que predominam no município, como os Argissolos, Planossolos e Neossolos, apresentam várias limitações ao uso agrícola e não agrícola. Devem, portanto, ser utilizados com critérios técnicos que permitam a manutenção de suas características e que minimizem os impactos resultantes do seu uso. O conhecimento exato das limitações e potencialidades do solo e do ambiente permitirão um planejamento racional de uso das terras, fundamental para a conservação dos recursos naturais e o bem-estar de toda a população.

⁵⁶ ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *Aterros de resíduos não perigosos – critérios para projeto, implantação e operação*. NBR 13.896. São Paulo, 1997. 21 p.

⁵⁷ MACIEL FILHO, C. L. *Carta geotécnica de Santa Maria*. Santa Maria: Imprensa Universitária-UFSM, 1990. 21 p.

Ricardo Simão Diniz Dalmolin é engenheiro agrônomo, doutor em Ciência do Solo e professor adjunto do Departamento de Solos do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria.

dalmolin@pesquisador.cnpq.br

Fabrício de Araújo Pedron é engenheiro agrônomo, doutor em Ciência do Solo e professor adjunto do Departamento de Solos do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria.

fapedron@ymail.com



HIDROGRAFIA DE SANTA MARIA

Fabrcio J. Sutili
Miguel A. Durlo
Delmar A. Bressan

Análise da rede de drenagem de Santa Maria permite identificar duas peculiaridades. Uma delas é o fato de que o município não é cortado por nenhum curso de água digno de nota. O Vacacaí, maior rio existente na região, não atravessa o território municipal, delimitando apenas sua fronteira sul, enquanto o Vacacaí-Mirim e o Arroio Cadena, ambos situados integralmente na área do município, não têm as características de um grande rio. Por outro lado, o abastecimento da população com água potável provém, em grande medida, de contribuintes do Rio Ibicuí, componente da bacia hidrográfica do Rio Uruguai. As principais barragens destinadas a abastecer a cidade situam-se fora dos seus atuais limites territoriais, no leito do Ibicuí-Mirim. As águas servidas, no entanto, são direcionadas para a bacia do Rio Jacuí e submetidas, apenas em parte, a processos de tratamento de efluentes. Tais singularidades deveriam servir para aumentar a responsabilidade do poder público e da população da cidade quanto ao uso da água e igualmente quanto às condições de seu descarte.

A modelagem de paisagens

As diferentes paisagens atuais retratam a ação pregressa de agentes modeladores que, com interações, intensidades e capacidades de modificação variáveis no tempo e no espaço, causam paulatina, porém constante, transformação do relevo.

Em um sentido, agem *forças endógenas* como movimentos da crosta, arqueamentos, terremotos e atividades vulcânicas, capazes de criar desigualdades (soerguimentos) na superfície terrestre. No sentido oposto, agem *forças exógenas* – principalmente as do intemperismo e da erosão – capazes de causar processos de denudação, que tendem à peneplanização do relevo. Forças de intemperismo e erosão podem ser exercidas pelas oscilações da temperatura, pela água, pelo vento, pela gravidade, pelos animais e pelo homem. Tais agentes modeladores, apesar de possuírem origens e *modus operandi* diferentes e independentes, influenciam-se mutuamente e também são, em parte, manifestações resultantes do próprio relevo que moldam. Estes dois conjuntos de processos geomorfológicos encontram-se continuamente em ação, emprestando às paisagens caráter temporário e variável.

A água é o mais importante agente processual, modelador exógeno do relevo. Seu efeito de intemperismo ocorre em vários níveis e locais, de formas física e química. Do seu escoamento superficial, principalmente nos cursos de água, resultam importantes efeitos na construção da paisagem, à medida em que a água escava e/ou transporta materiais das áreas mais elevadas para as cotas mais baixas.

Como processos de caráter exclusivamente fluvial entendem-se a erosão, o transporte e a sedimentação, tanto dos materiais providenciados pelo próprio trabalho de corrosão das margens e escavação do leito, como de todos os produtos do intemperismo ocorrido alhures, que alcançam o fluxo de água. O estudo da hidrografia e a compreensão dos processos geomorfológicos de caráter fluvial (geomorfologia fluvial) são, portanto, imprescindíveis para que se compreendam a origem e a forma atual das paisagens.

Ao conjunto de canais que se interligam, escoando em uma determinada direção, dá-se o nome de *rede de drenagem fluvial*. A área drenada por essa rede é denominada de *bacia hidrográfica*, *bacia de recepção* ou *bacia de drenagem*. Os arranjos da rede de drenagem, juntamente com a fisionomia do canal e dos perfis transversais e longitudinais dos cursos de água são características fluviais fisiográficas que retratam a hidrografia local. Além disso, os distintos padrões de arranjo da rede de drenagem, bem como a fisio-

nomia do canal, do perfil transversal e, especialmente, do perfil longitudinal do leito dos cursos de água, denunciam as características processuais modeladoras, as origens e as formas atuais de relevo.

A rede de drenagem, de modo geral, além de estar ligada aos processos de formação das paisagens, reveste-se, em escala regional, de valor ecológico, econômico e cultural.

Hidrografia de Santa Maria

A rede de drenagem

No relevo do Estado do Rio Grande do Sul distinguem-se duas grandes redes de drenagem: uma englobando os cursos de água que fluem para o Rio Uruguai e outra abrangendo os cursos de água que desembocam na Laguna dos Patos. Afora estes, pode-se ainda considerar alguns pequenos cursos litorâneos que correm diretamente para o Oceano Atlântico. Segundo Justus¹, o desenho atual da hidrografia gaúcha iniciou a sua conformação no Terciário Inferior, quando se instalou um clima de maior umidade na região.

A maior parte da área do município de Santa Maria, em termos hidrográficos, pertence à bacia do Guaíba (Laguna dos Patos). Apenas poucos e pequenos cursos de água do noroeste (distrito da Boca do Monte) direcionam-se para o Rio Ibicuí, o qual marca o limite nordeste do município e afluí ao Rio Uruguai (ver mapa hidrográfico de Santa Maria, p. 88-89).

As águas do município são recolhidas, em grande parte, por dois cursos de água, o Rio Vacacaí-Mirim e o Vacacaí, contribuintes do maior rio do interior do Estado, o Jacuí. O Rio Jacuí nasce no Planalto Médio e escoar no sentido sul tomando, posteriormente, o sentido leste, logo após descer os contrafortes do rebordo sul da Serra Geral. Depois de percorrer a Depressão Central, o Jacuí deságua na Laguna dos Patos, através do Guaíba. As águas de drenagem de Santa Maria, município que se encontra geograficamente ao sopé do Rebordo da Serra Geral, juntam-se ao Rio Jacuí quando este muda o sentido do escoamento, do sul para o leste.

Observando-se a rede de drenagem de Santa Maria, pode-se perceber duas peculiaridades. Primeiramente, chama a atenção o fato de que o município não é cortado por nenhum curso de água digno de nota: o maior rio existente, o Vacacaí, não atravessa o território municipal, apenas delimita sua fronteira sul. Por outro lado, tanto o Vacacaí-Mirim quanto o Arroio Cadena, ambos situados integralmente dentro da área do limite municipal, não possuem as características de um grande rio.

¹ JUSTUS, J. O. Geologia da Região Sul. In: MESQUITA, O. V. *Região Sul*. Rio de Janeiro: IBGE, 1990. p. 189-218.

A segunda peculiaridade diz respeito ao abastecimento urbano e ao descarte das águas servidas. Neste aspecto, vale ressaltar que o abastecimento com água potável provém principalmente (70%) de cursos de água contribuintes do Rio Ibicuí, componente da bacia hidrográfica do Rio Uruguai, pois as principais barragens que abastecem a cidade (Saturnino de Brito e Rodolfo da Costa e Silva, conhecida popularmente como barragem de Val de Serra – figura 1) estão localizadas a noroeste e fora do território municipal, no leito do Ibicuí-Mirim. Os outros 30% são recalçados (de uma distância de 5,7km e 63m de diferença de nível), da Barragem do DNOS (figura 1), no Vacacaí-Mirim, para a estação de tratamento de água (ETA), administrada pela Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN).²

Em contraposição ao abastecimento, as águas servidas são direcionadas para a bacia do Rio Jacuí (ver mapa hidrográfico) e, apenas em parte (cerca de 50%, segundo estimativa da CORSAN), clarificadas através da estação de tratamento de efluentes. Essa característica peculiar de Santa Maria deveria servir para aumentar a responsabilidade de todos em relação ao tratamento da rede de drenagem, tanto da que serve ao abastecimento, quanto da que é usada para o descarte das águas servidas.

² Dados extraídos do relatório *Estudo de concepção (EC) referente à adequação do sistema adutor de água bruta e estação de tratamento de água (ETA) da cidade de Santa Maria (RS)* realizado pelo Consórcio Magna Engenharia/Bourscheid Engenharia para a Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN) em novembro de 2005. O DNOS (Departamento Nacional de Obras de Saneamento), que dá nome a uma das barragens, foi criado em 1940, transformado em autarquia em 1962 e extinto em 1990, no governo Fernando Collor de Melo.



Figura 1: Vista parcial das barragens de Val de Serra (esquerda) e do DNOS (direita). (Fotografias: Fabrício Sutuli)

Os cursos de água de Santa Maria e região

As características geomorfológicas peculiares do rebordo sul da Serra Geral conferem à região de Santa Maria uma dinâmica fluvial típica, embora não exclusiva. A região encontra-se em área de transição topográfica, geomorfológica e, portanto, também ecológica, entre o Planalto Gaúcho e a Depressão Central.

As características peculiares dos cursos de água da região são facilmente reconhecíveis pela análise de seus perfis longitudinais. O perfil longitudinal de um curso de água mostra a variação da declividade e do gradiente altimétrico ao longo de seu desenvolvimento entre a nascente e a foz. A forma de tais perfis relaciona-se, seguramente, com as demais características fisiográficas e hidráulicas de um curso de água e, em consequência, com o seu processamento fluvial, servindo assim como ferramenta de análise e ponto de partida para a descrição da hidrografia de determinado local.³

³ Sobre esse tema, ver:
SUTILI, F. J. *Bacia hidrográfica do Arroio Guarda-mor: características e proposições para o manejo dos cursos de água*. Monografia (Curso de Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2001. 72 p.
DURLO, M. A. & SUTILI, F. J. *Bioengenharia: manejo biotécnico de cursos de água*. Porto Alegre: EST, 2005. 198 p.
SUTILI, F. J. *Bioengenharia de solos no âmbito fluvial do Sul do Brasil: espécies aptas, suas propriedades vegetativo-mecânicas e emprego na prática*. Tese – Universität für Bodenkultur, Wien. 2007. 94 p.

No município de Santa Maria, destacam-se dois modelos típicos de perfis longitudinais: o dos cursos de água que possuem suas nascentes encravadas no Rebordo da Serra (alguns, ainda no Planalto) e o dos cursos de água que nascem já nas cotas baixas da Depressão Central.

O perfil longitudinal dos cursos de água que nascem no Rebordo, ou mesmo no Planalto, apresenta desenvolvimento típico dos denominados *cursos de montanha*: nascente em cotas elevadas, descida íngreme, alcançando então as regiões mais planas, como se pode visualizar na figura 2, para o Arroio Grande.

Do ponto de vista topográfico, vegetacional e de comportamento hidrológico, o Arroio Grande pode ser dividido em três seções distintas. Tal segregação é também válida para os outros cursos de água da região, que igualmente apresentam típico padrão de montanha.

Na primeira seção, com vegetação florestal nativa e pouca atividade agrícola, o curso apresenta grande declividade média, que é logo incrementada dramaticamente, à medida que desce o rebordo da Serra Geral. Não raro, a descida do rebordo é acompanhada pela formação de belas cascatas, que se manifestam de modo conspícuo nos períodos de maior precipitação. Os cursos de água nestes trechos, apesar da velocidade e força que ganham, a ponto de transportarem materiais de grandes dimensões que porventura alcancem seus leitos, não causam grandes problemas, devido ao substrato basáltico sobre o qual desenham seus trajetos.

Os cursos de água de montanha, com frequência, drenam bacias hidrográficas pequenas, mas de grande declividade. Esse fato determina o rápido acúmulo de água nos canais drenantes e seu escoamento imediato para as regiões mais baixas. A alta velocidade da água, decorrente da declividade, além de transportar materiais, pode provocar inundações nas áreas mais planas. Esse fenômeno natural decorre apenas da alta precipitação e da grande declividade, estando pouco relacionado com a cobertura vegetal da bacia hi-

drográfica, visto que esta é bastante expressiva na maioria dos cursos de água de montanha de Santa Maria. Assim, por exemplo, não se pode atribuir as frequentes enchentes do Arroio Grande aos pequenos desmatamentos eventualmente executados no passado. Dito de outra forma, o reflorestamento das áreas correspondentes à bacia hidrográfica de cursos com características similares ao Arroio Grande, desprovidas de vegetação florestal, não tem a capacidade de evitar ou mesmo minimizar significativamente as enchentes, como em geral se apregoa. No caso do Arroio Grande, tal fenômeno reveste-se de importância especial, devido à intensa atividade agrícola (plantio de arroz e horticultura), situada nas áreas adjacentes ao último terço de seu percurso.

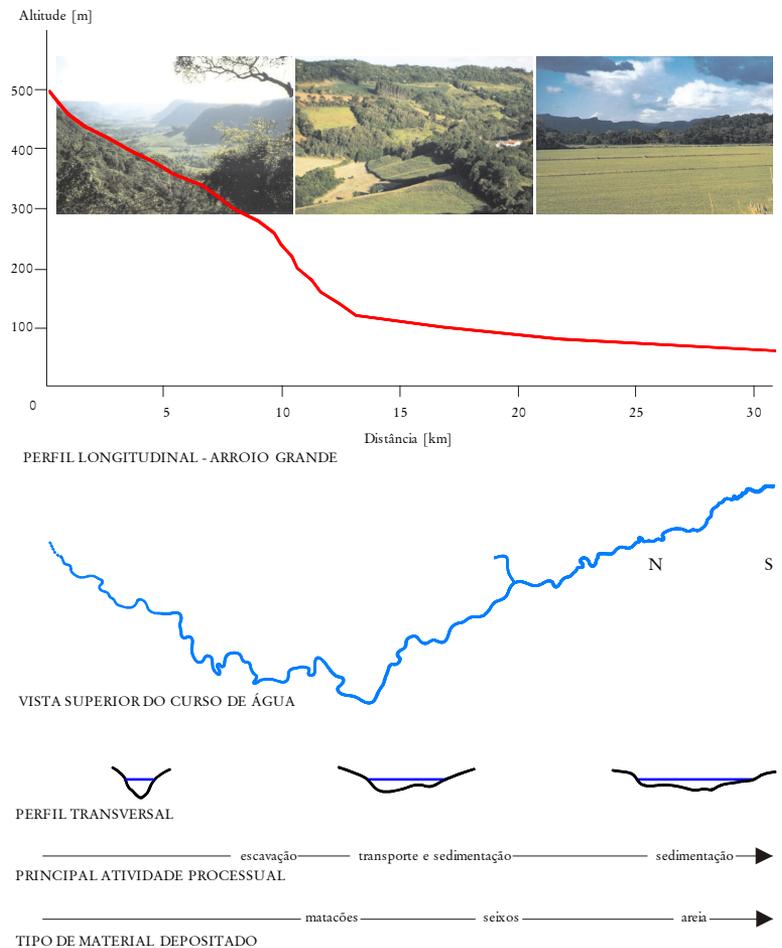


Figura 2: Perfil longitudinal, vista superior e perfil transversal do Arroio Grande; principais atividades processuais e granulometria predominante do material depositado nas suas diferentes seções.

Entre o trecho correspondente à descida da Serra Geral e o último terço, plano, pode-se ainda reconhecer uma porção intermediária, também com forte declividade média, onde a cobertura florestal é muitas vezes interrompida por áreas de atividades econômicas, como pastoreio e produção de diversas culturas perenes e anuais, compondo um verdadeiro mosaico.

Com exceção dos períodos muito chuvosos, quando os cursos de montanha podem estar escoando águas barrentas decorrentes de erosão laminar em áreas com atividades agrícolas, pode-se apreciar belos quadros paisagísticos (figura 3).



Figura 3: Leito a montante do Arroio Grande.
(Fotografia: Miguel Durlo)

De maneira similar ao perfil do Arroio Grande, desenvolvem-se também os perfis longitudinais dos vizinhos, Arroio Lobato e Arroio do Meio. A Sanga das Águas Negras, bem como uma série de outros pequenos cursos que drenam o rebordo da Serra Geral, apresenta perfil longitudinal semelhante e, portanto, comportamento de curso de montanha. Os rios Ibicuí-Mirim e Vacacaí-Mirim também possuem uma pequena parte dos seus percursos no rebordo, porém a grande extensão dos mesmos faz com que esses pequenos trechos não sejam capazes de lhes conferir, de maneira geral, um evidente comportamento torrencial de montanha.

Já a maioria dos cursos que drenam o município de Santa Maria pertence tipicamente aos *cursos de água de planície* (figura 4). Servem como exemplos do modelo de planícies os seguintes arroios e sangas: Arroio Sarandi, Arroio

São Gabriel (também chamado Sanga do Caranguejo), Arroio Cadena, Arroio Passo das Tropas, Arroio Picadinho (também chamado Arroio Taquarichim), Arroio Ferreira, Arroio Taquara, Arroio do Salso, Arroio do Raimundo, Arroio do Lenhador, Sanga da Areia, Sanga Carole, Sanga da Limeira, entre outros.⁴

⁴ Não existem critérios técnicos consolidados para a distinção entre sangas, arroios, riachos, córregos, entre outras denominações utilizadas para diferentes cursos de água.

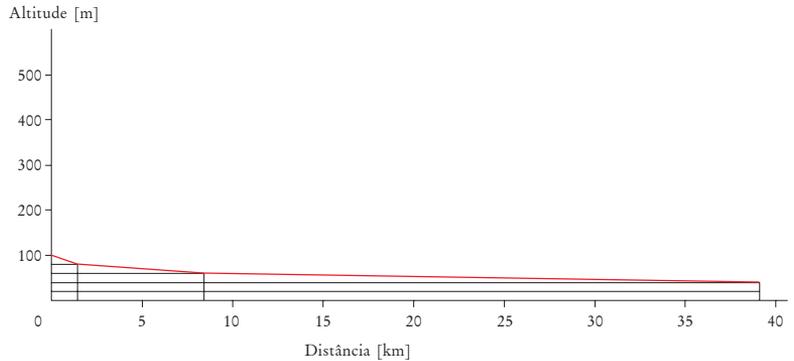


Figura 4: Perfil longitudinal do Arroio Sarandi / Arenal.

Esses cursos de água desenvolvem-se de maneira distinta daqueles de montanha (ou mistos): com suas nascentes em cotas baixas, não apresentam descida íngreme, escoam lentamente e, em geral, possuem canal sinuoso (figura 5). De igual modo, esta configuração implica comportamento distinto do verificado em cursos de água de montanha. Nos cursos de planície não ocorre erosão acentuada em profundidade, mesmo que o material do leito seja instável, como geralmente o é, nestes casos. Os maiores problemas de erosão encontram-se nos raios externos das curvas, onde a velocidade da água costuma ser maior.



Figura 5: Vista da paisagem e leito de um curso de água de planície (Rio Arenal). (Fotografias: Delmar Bressan e Fabrício Sutili)

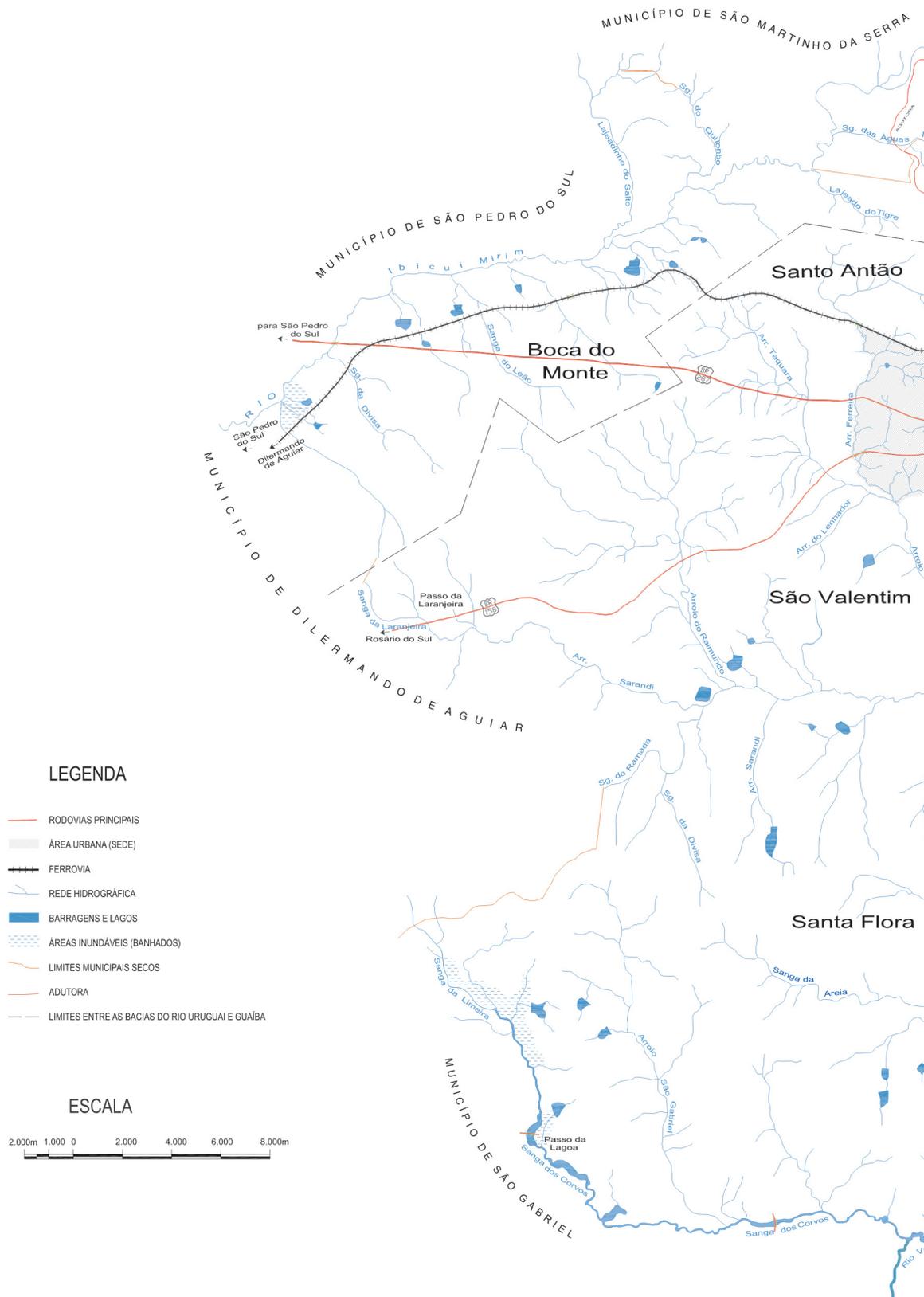
O processo erosivo inicia-se com o desconfinamento da margem pela ação da água, o que provoca o desmoronamento ou o deslizamento de porções do talude e o posterior transporte da massa movimentada. Geralmente, o material transportado é depositado de maneira fracionada no raio interno das curvas seguintes, favorecendo cada vez mais a formação de meandros, resultando no aspecto sinuoso típico de cursos de água de planície. O material erodido e transportado é normalmente de granulometria baixa – areia, silte e argila. Dentre os componentes, apenas a areia consegue novamente se depositar com a dinâmica normal de escoamento, motivo pelo qual em tais cursos de água da região é comum a sua extração comercial para uso na construção civil (figura 6).



*Figura 6: Extração de areia na várzea do Rio Arenal.
(Fotografia: Delmar Bressan)*

Os santa-marienses e os seus cursos de água

Os cursos de água e suas respectivas bacias hidrográficas são ecossistemas interativos e, portanto, passíveis de modificações positivas ou de perturbações decorrentes da ação antrópica. Do mesmo modo que em outros lugares, os cursos de água que drenam a região rural e urbana de Santa Maria foram dramaticamente alterados em suas características.



LEGENDA

- RODOVIAS PRINCIPAIS
- ÁREA URBANA (SEDE)
- FERROVIA
- REDE HIDROGRÁFICA
- BARRAGENS E LAGOS
- ÁREAS INUNDÁVEIS (BANHADOS)
- LIMITES MUNICIPAIS SECOS
- ADUTORA
- LIMITES ENTRE AS BACIAS DO RIO URUGUAI E GUAÍBA

ESCALA



No meio rural do município, a construção de represas, reservatórios, pontes e locais de travessias de animais ou veículos, certamente alteraram a dinâmica da rede de drenagem local, por vezes no sentido benéfico e, em muitas outras, no sentido oposto. Nas áreas em que são praticadas atividades agrícolas ou pecuárias, muitos trechos de cursos de água tiveram a vegetação ciliar suprimida ou, no mínimo, descaracterizada em sua composição florística. Tais modificações tendem a favorecer a degradação das margens que, com frequência, perdem estabilidade e originam focos de erosão (figura 7).



Figura 7: Focos de erosão e perda de estabilidade das margens de cursos de água da região. (Fotografias: Miguel Durlo)

No ambiente urbano, as tentativas de regularizar a vazão e de moldar a rede de drenagem ao processo de urbanização, por meio de retificações, canalizações, desvios e mesmo de supressões de cursos de água, acabam por introduzir importantes modificações na dinâmica natural. A título de exemplo, a figura 8 mostra alterações recentes praticadas na Sanga do Hospital, afluente do Arroio Cadena, o qual responde pela drenagem de quase toda a área urbanizada da cidade.

Em Santa Maria, como na maioria das cidades brasileiras, a expansão do tecido urbano deu-se através da adaptação da rede de drenagem ao processo de urbanização, quando, do ponto de vista ecológico, o correto seria o contrário.

Ao descrever a própria cidade, a tendência dos seus habitantes sempre é mostrar aspectos positivos, tais como suas belezas naturais, edificações singulares, teatros, praças, jardins, sistema de transporte, dentre outros aspectos; ou, ainda, exaltar características culturais, festejos populares,

hospitalidade etc. Infelizmente, com relação à hidrografia, mesmo com boa vontade, não é possível tecer elogios a Santa Maria e aos santa-marienses. Basta um pequeno passeio pela área urbana, com o olhar direcionado às sangas e arroios, para verificar, visual e olfativamente, o mau estado em que se encontram.



Figura 8: Canalização da Sanga do Hospital para futuro arruamento. (Fotografia: Fabrício Sutili)

Passados mais de 150 anos de sua emancipação político-administrativa, a cidade ainda não conseguiu tratar adequadamente sua rede de drenagem, com exceção do sistema de captação e abastecimento de água potável, assegurado até 2035, conforme projeções da CORSAN. Do lado do descarte das águas servidas, o quadro é bastante negativo. Aparentemente, para o poder público, as sangas e arroios representam apenas um obstáculo ao desenvolvimento urbano. Jamais uma possibilidade de uso estético e, por que não, recreativo.

Essa percepção reducionista, incorporada de forma explícita ou implícita pela representação pública, corresponde ao modo como parcela significativa da população vislumbra os cursos de água: como locais de recepção de seus despojos, sejam eles esgotos ligados clandestinamente à rede hidrográfica (estima-se que metade do sistema é constituído por ligações clandestinas), sejam depósitos deliberados de lixo no leito dos cursos de água (figura 9). Fatos que perduram há anos, a despeito das múltiplas campanhas de educação ambiental e mesmo da legislação municipal.

A Lei Orgânica Municipal, por exemplo, na Seção VI, artigo 207, incisos X e XI, prevê a preservação e a recuperação dos recursos hídricos e da vegetação ciliar. No entanto, o mesmo município, apesar da obrigação legal, autoriza, por meio de seus órgãos competentes, construções e edificações que, em muitos casos, eliminam tanto a vegetação quanto o próprio curso de água. De outra parte, a legislação parece ser aplicada de forma diferenciada no meio urbano e no meio rural. No perímetro urbano quase tudo é possível, enquanto que ao meio rural reservam-se os rigores da lei.

Os autores agradecem ao engenheiro Roberto Antonio Alves Bolsson, da CORSAN, pelas valiosas informações fornecidas a respeito da captação e abastecimento de água e tratamento de efluentes em Santa Maria.



Fabrizio J. Sutili é engenheiro florestal, doutor em Engenharia Natural e professor do Departamento de Engenharia Florestal do Centro de Educação Superior Norte do Rio Grande do Sul da Universidade Federal de Santa Maria.

fjsutili@gmail.com

Miguel A. Durlo é engenheiro florestal, doutor em Engenharia Florestal e professor do Departamento de Ciências Florestais, do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria.

migueldurlo@gmail.com

Delmar A. Bressan é engenheiro florestal, doutor em Ciências Florestais e professor do Departamento de Ciências Florestais, do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria.

bressan@smail.ufsm.br

Figura 9: Lixo e esgoto no Arroio Cadena (esquerda), entulho e restos de construção depositados na margem da Sanga do Hospital (direita), em pleno perímetro urbano. (Fotografias: Fabrício Sutili)

Nesse contexto, coloca-se a questão de como os santamarienses querem sua cidade no futuro. Certamente a atual percepção estreita não fará com que os seus habitantes, nas próximas décadas, desfrutem de uma condição melhor. Maneiras de reverter esse quadro certamente existem e não podem se resumir às bem intencionadas campanhas de educação ambiental. Devem abranger, também, atitudes de caráter mais imediato e objetivo, que vão desde a coleta eficiente e universal de lixo e de esgoto, passando pela proibição efetiva de construir às margens dos trechos ainda não edificados, até a reabilitação e renaturalização de cursos de água urbanos, de modo que os mesmos se integrem ao meio sem perder completamente seus valores ecológicos, paisagísticos e recreativos. Quem sabe, assim, o cidadão santamariense passe a perceber nos cursos de água urbanos um bem maior do que o de simples receptor de suas sobras ou de seus dejetos.



A VEGETAÇÃO EM SANTA MARIA

José Newton Cardoso Marchiori

Situado no centro geográfico do Rio Grande do Sul, o município de Santa Maria resume, em sua vegetação natural, as feições dominantes da paisagem gaúcha. Com densas florestas, na encosta da Serra Geral, e campos naturais entremeados de matas ciliares e capões, nas planícies e coxilhas da Depressão Central, o “coração do Rio Grande” deve este singular caráter fitogeográfico à transição de dois biomas: o da Floresta Atlântica, de presença marcante no sul do Brasil, e o do Pampa, amplamente dominante na metade sul do Estado, no Uruguai e em boa parte da Argentina. Mais do que a caracterização das diferentes tipologias – tema relevante, por certo –, importa compreender a presente realidade como resultado de transformações naturais e antrópicas, bem como os subsídios históricos da aquisição deste conhecimento.

Fitofisionomia regional

A vegetação nativa de Santa Maria, como em todo o Rio Grande do Sul, compreende duas unidades básicas – campos e florestas –, muito distintas entre si sob os pontos de vista fisionômico, estrutural e florístico. Esta dicotomia no espaço regional não constitui novidade, figurando na literatura desde os trabalhos pioneiros de Lindman¹ e Hermann von Ihering², bem como na obra de Balduino Rambo, fitogeógrafo que postulou a existência de um verdadeiro “hiato sistemático” entre florestas e campos no Estado³.

De causa diversa, mas igualmente importantes, são as alterações produzidas direta ou indiretamente pelo Homem, sobretudo a partir da entrada dos primeiros jesuítas no Tape⁴, em meados do século XVII. A introdução do gado e, posteriormente, a colonização produziram transformações de grande magnitude na paisagem sul-rio-grandense. Mesmo assim, ao olhar atento do pesquisador, a distribuição original dos campos e florestas, bem como sua estrutura e composição florística, ainda podem ser reconhecidas com suficiente clareza.

Fruto do trabalho de inúmeros pesquisadores, o estudo da vegetação regional teve início em 1821, com a chegada dos primeiros viajantes-naturalistas. O material botânico aqui recolhido, conservado em importantes herbários do mundo, foi estudado e revisto por sucessivas gerações de pesquisadores, fornecendo um robusto suporte para o atual conhecimento da flora e vegetação nativas. Igualmente importantes foram as pesquisas desenvolvidas posteriormente, em instituições brasileiras voltadas às ciências naturais. Antes da análise da vegetação propriamente dita, convém esboçar, nem que seja em rápido apanhado, a evolução do conhecimento científico e seus principais atores na região central do Estado.

Breve histórico sobre o conhecimento da flora regional

Localizada no centro geográfico do Rio Grande do Sul, Santa Maria figurou, desde o início, na rota de alguns dos mais importantes naturalistas que percorreram o Estado, a partir de meados do século XIX.

O primeiro deles, certamente, foi Auguste de Saint-Hilaire⁵. Vindo das Missões, o francês chegou à então “Capela de Santa Maria” em 9 de abril de 1821, partindo em direção à capital da província dois dias depois. Além de coletas botânicas, seu principal objetivo, Saint-Hilaire deixou-nos, em sua *Viagem ao Rio Grande do Sul*⁶, um dos relatos mais valiosos já publicados sobre a região.

- ¹ LINDMAN, C. A. M. *A vegetação no Rio Grande do Sul* (Brasil Austral). Porto Alegre: Echenique Irmãos & Cia., 1906. 356 p.
- ² IHERING, H. von. A distribuição de campos e matas no Brasil. *Revista do Museu Paulista*, São Paulo, v. 7, p. 125-178, 1907.
- ³ A expressão foi originalmente utilizada em publicação sobre a família das Leguminosas (RAMBO, B. Estudo comparativo das leguminosas riograndenses. *Anais Botânicos do Herbário Barbosa Rodrigues*, Itajaí, n. 5, p. 107-184, 1953).
- ⁴ Constante na literatura jesuítica, o termo, que significa “povoação grande”, foi o primeiro atribuído ao espaço geográfico correspondente ao atual Rio Grande do Sul.
- ⁵ Natural de Orléans (4/10/1779), Augustin-François-César Prouvensal de Saint-Hilaire faleceu em Turpinière (França), em 30/9/1853. Membro da embaixada do Conde de Luxemburgo, Saint-Hilaire chegou ao Brasil em 1/6/1816, percorrendo, ao longo de seis anos, cerca de 2.500 léguas pelo interior do país. O material botânico reunido nessas viagens renderam-lhe notáveis publicações científicas, salientando-se a *Flora Brasílica Meridionalis* (1825), que lhe abriu as portas da Academia de Ciências da França. Suas coletas de plantas brasileiras estimam-se em 30.000 exemplares, pertencentes a mais de 7.600 espécies.
- ⁶ Publicada originalmente em francês (1887), essa obra mereceu duas traduções para o português. A mais antiga, realizada por Leonam de Azeredo Penna, restringe seu conteúdo ao Rio Grande do Sul, deixando de lado o texto relativo ao moderno Uruguai. A tradução de Adroaldo Mesquita da Costa, além de mais completa (inclui o texto referente à Cisplatina), distingue-se, ainda, pela maior fidelidade ao original.

⁷ Friedrich Sellow nasceu em Potsdam (12/3/1789) e faleceu no Brasil, aos 42 anos de idade.

⁸ O moderno Uruguai, ao tempo da viagem de Friedrich Sellow, ainda era a Província Cisplatina, pertencente ao Brasil. Não causa estranheza, portanto, que nas etiquetas de suas exsiccatas botânicas apareça, com frequência, o nome de “Montevidéu”, como referência geográfica.

⁹ Somente para o *Botanisches Museum* (Berlim), Sellow enviou 51.480 exsiccatas, pertencentes a mais de 11.700 espécies botânicas; boa parte desse material foi infelizmente perdido no incêndio do museu, por ocasião da Segunda Guerra Mundial.

¹⁰ Iniciada por Martius e terminada por Urban, a *Flora Brasiliensis* inclui a descrição de milhares de espécimes coletados por Friedrich Sellow.

¹¹ Cabe salientar que muitos desses binômios recaíram, com o tempo, em sinonímia.

¹² KAUSEL, E. Los tipos de Mirtáceas extranjeras conservados en el Herbario de Santiago. *Revista Universitaria* (Universidad Católica de Chile), Santiago, v. 35, n. 1, p. 135-146, 1950.

¹³ Autor de *Viagem ao Rio Grande do Sul* (1833-1834), Arsène Isabelle nasceu no Havre (França, 1807) e faleceu por suicídio, em sua terra natal, a 13/1/1888. Comerciante de profissão, mas inclinado às ciências naturais, viajou para a América do Sul em 1830, estabelecendo-se inicialmente em Buenos Aires e, mais tarde, em Montevidéu.

¹⁴ Apesar da configuração francesa do nome, Robert Avé-Lallemant nasceu em Lübeck (Alemanha), em 1812. Após estudos superiores em Berlim e Paris, doutorou-se pela Universidade de Kiel (1837), viajando no ano seguinte para o Brasil. Durante 17 anos trabalhou como médico

Dois anos após a visita de Saint-Hilaire, chegava Friedrich Sellow⁷ a Santa Maria, na qualidade de naturalista do Museu Nacional do Rio de Janeiro. Vindo de Montevidéu, o botânico alemão entrou no Rio Grande do Sul por terras do atual município de Livramento, em 24 de março de 1823, passando em seguida por Santa Maria e São Martinho, a caminho de Porto Alegre. Morto por afogamento no rio Mucuri (1831), o desventurado naturalista não teve tempo para publicações científicas ou relato de suas vivências no interior do Brasil,⁸ motivo pelo qual seu nome continua praticamente desconhecido fora dos meios acadêmicos. O material botânico por ele reunido, que inclui exsiccatas de Santa Maria e arredores, supera o de Saint-Hilaire,⁹ convertendo-o no coletor de espécies novas mais citado pela monumental *Flora Brasiliensis*¹⁰. Como prova de seu trabalho infatigável, vale lembrar que apenas no Herbário de Santiago do Chile encontram-se mais de 120 “tipos” de Mirtáceas, entre espécies e variedades,¹¹ por ele coletadas no Brasil e Uruguai¹².

A esses dois cientistas seguiram-se Arsène Isabelle¹³ e Robert Avé-Lallemant, autores de relatos que figuram entre os mais notáveis na estante sul-rio-grandense de viajantes.

Com as limitações de um naturalista amador, Isabelle chegou a Santa Maria a primeiro de março de 1834, vindo de Buenos Aires e a caminho de Porto Alegre. Além de coletas botânicas, infelizmente perdidas com o tempo, Isabelle foi um dos pioneiros no registro de “troncos de árvores fósseis” na região de Santa Maria.

Médico de notável cultura, Robert Avé-Lallemant¹⁴ viajou pelo Rio Grande do Sul no ano de 1858, após muitos anos de residência no Rio de Janeiro. Mesmo não sendo naturalista, o relato de Avé-Lallemant merece destaque por suas referências a aspectos da fitogeografia regional. É o caso de seu registro sobre o extinto pinhal de Itaara, próximo a Santa Maria, revelador de brilho literário e agudeza de observação:

Os enormes pinheiros elevam-se de cem a cento e vinte pés de altura. A grande impressão que me causaram foi ainda aumentada pelas elegantes palmeiras que se erguem entre eles. Poderia dizer que debalde procuram as palmeiras alcançar a altura das araucárias. Apenas a metade da altura dos sombrios pinheiros atinge as lindas árvores vizinhas. Neste pinetum e palmetum¹⁵ entrega-se o peregrino nórdico de bom grado aos sentimentos, despertados com mais vivacidade pelo primeiro do que pelo segundo. Com muito prazer escuta o vento que sopra na floresta. Enquanto os folíolos das palmeiras

no Rio de Janeiro e, após breve viagem à terra natal, deu início às longas e proveitosas excursões pelo interior do Brasil, que lhe renderam material para os seus preciosos relatos de viagem.

¹⁵ Com admirável acerto para a época, Avé-Lallemant logrou caracterizar a vegetação, de acordo com a moderna concepção de “Floresta Mista”: as “Florestas com Araucária”, em verdade, baseiam-se na mistura de elementos florísticos próprios de clima temperado (antárticos, holárticos e andinos), sugeridos na palavra *pinetum*, com elementos oriundos da floresta latifoliada, resumidos sob o termo *palmetum*, uma alusão ao gerivá (*Syagrus romanzoffianum*).

¹⁶ AVÉ-LALLEMANT, R. *Viagem pelo sul do Brasil no ano de 1858*. Rio de Janeiro: Instituto Nacional do Livro, 1953. p. 204-205.

¹⁷ Iniciativa de Anders Fredrik Regnell, visava a auxiliar botânicos suecos interessados na investigação da flora brasileira. Em busca da cura da tuberculose, Regnell emigrou para o Brasil (Poços de Caldas – Minas Gerais), onde trabalhou como médico por quase 50 anos, amealhando uma pequena fortuna que destinou à pesquisa botânica.

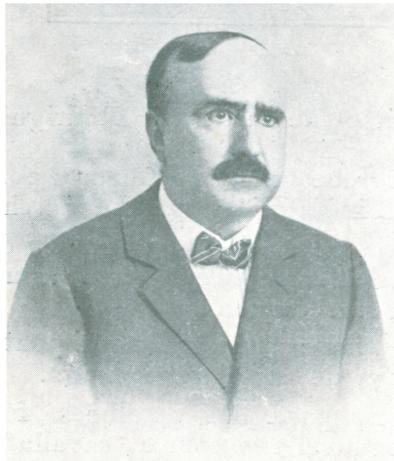
¹⁸ Carl Axel Magnus Lindman nasceu em Halmstad (sul da Suécia), em 6/4/1856, e faleceu em Estocolmo, em 21/6/1928. Doutor em Botânica pela famosa Universidade de Uppsala (1886), foi pesquisador do Museu Nacional de Estocolmo.

¹⁹ Gustav Oskar Andersson Malme nasceu em Stora Malm (Suécia), em 24/10/1864, e faleceu em Estocolmo, em 5/3/1937. Doutor pela Universidade de Uppsala, notabilizou-se como taxonomista vegetal.

²⁰ Traduzida para o português por Alberto Löfgren, a obra teve sua primeira edição em 1906 (Livraria Universal, de Echenique Irmãos & Cia.,

*sussurram loquazmente entre si, sibila o vento nas copas das araucárias, à maneira melancólica do norte, e em vão tenta abafar o dourado sol da tarde de linda coloração com os tons de grave tristeza no alto das sombrias coníferas.*¹⁶

Integrantes da Expedição Regnelliana,¹⁷ Lindman¹⁸ e Malme¹⁹ realizaram coletas botânicas em dois períodos na região de Santa Maria: de 4 a 23 de março de 1893, em sua viagem de Cachoeira do Sul para Ijuí (via Silveira Martins), e de 27 de abril a 7 de maio do mesmo ano, no retorno de Ijuí para Porto Alegre, via São Martinho. Integrantes do corpo científico do Museu de Estocolmo, os eminentes botânicos viram-se forçados a abandonar o Estado por motivos de segurança, devido à Revolução de 1893. Malme retornou ao Rio Grande do Sul (e a Santa Maria) em 1902,



Wilhelm Rau

Fonte: *Revista Comemorativa do Primeiro Centenário da Fundação da Cidade de Santa Maria (1814-1914)*. P. Alegre: Livraria do Globo, 1914 (s. p.).

para novas coletas botânicas. Lindman, embora não tenha retornado, deixou-nos uma das obras fundamentais sobre a vegetação sul-rio-grandense. Publicada originalmente na Suécia (1900), *A vegetação do Rio Grande do Sul*²⁰ inclui importantes referências sobre os arredores da cidade.

Em setembro de 1910, chegava Wilhelm Rau²¹ a Santa Maria, depois de clinicar em Porto Alegre e Caçapava do Sul. Radicado definitivamente na cidade, o médico alemão encontrara, finalmente,

um campo fecundo para a sua inata vocação às ciências naturais, chegando, inclusive, embora por curto período, a lecionar Botânica Aplicada à Farmácia, na Faculdade de Santa Maria.²² Igualmente dedicado à Geologia e Paleontologia, sua predileção pela *Scientia Amabilis* demonstra-se no rico acervo por ele reunido, do qual ainda subsistem numerosas exsicatas no Herbário SMDB.²³

Romeu Beltrão,²⁴ em dois alentados trabalhos florísticos, vindos a lume em 1962²⁵ e 1965²⁶, listou 1.073 espécies fanerogâmicas para o município de Santa Maria, entre nativas e cultivadas, distribuídas em 113 famílias botânicas.

Porto Alegre). A segunda, de 1974, foi um coedição entre a Editora da Universidade de São Paulo e a Editora Itatiaia.

²¹ Natural de Ludwigshafen, Palatinado (30/7/1874), faleceu em Santa Maria (11/5/1953). Médico pelas universidades de Berlim, Munique e Bonn, deixou importantes contribuições à Paleontologia, Geologia e Botânica do Rio Grande do Sul.

²² A Faculdade de Farmácia foi a precursora da Universidade Federal de Santa Maria.

²³ Herbário do Departamento de Biologia, da Universidade Federal de Santa Maria.

²⁴ Filho de Santa Maria, Romeu Calderan Beltrão nasceu a 26/6/1913 e faleceu na mesma cidade, em 16/11/1977. Médico, jornalista, professor universitário, historiador e naturalista, a bibliografia produzida por Romeu Beltrão destaca-se pela fecundidade, qualidade de texto e diversidade de temas.

²⁵ BELTRÃO, R. Flórula fanerogâmica do município de Santa Maria, RS, Brasil (Primeiro Catálogo). *Boletim do Instituto de Ciências Naturais da Universidade de Santa Maria*, Santa Maria, n. 1, p. 3-63, 1962.

²⁶ BELTRÃO, R. Flórula fanerogâmica do município de Santa Maria, RS, Brasil (Primeiro Suplemento). *Boletim do Instituto de Ciências Naturais da Universidade de Santa Maria*, Santa Maria, n. 2, p. 115-151, 1965.

²⁷ Herbário do Departamento de Biologia da UFSM, sucessor do HFFSM (Herbário da Faculdade de Farmácia de Santa Maria).

²⁸ Herbário do Departamento de Ciências Florestais (Universidade Federal de Santa Maria), especializado na flora silvática regional.

²⁹ Período da era Cenozóica, correspondente aos últimos 1,6 milhões de anos antes do presente.



Romeu Beltrão

Ilustração de Antônio Isaia

No capítulo introdutório do primeiro destes catálogos, o autor ressalta a contribuição recebida de eminentes botânicos da época, responsáveis pela identificação de exsiccatas, salientando-se: Balduino Rambo, Diego Legrand, Irmão Teodoro Luiz, Alarich Schultz e F. C. Hoehne. Apesar das inevitáveis falhas, perceptíveis em

exame mais detalhado, e das numerosas espécies agregadas posteriormente à flora regional, as duas publicações persistem como basilares para o conhecimento da flora local.

A criação de novos cursos na Universidade Federal de Santa Maria, notadamente de Agronomia, Biologia e Engenharia Florestal, trouxe novo alento à pesquisa botânica e fitossociológica. Além de numerosas publicações sobre a vegetação e flora regionais, cabe salientar, atualmente, o suporte à pesquisa proporcionado pelos herbários SMDB²⁷ e HDCF²⁸.

Transformações naturais e antrópicas

Como visto anteriormente, a vegetação original de Santa Maria reúne campos e florestas. Essas duas unidades, muito distintas entre si sob os aspectos fisionômico-estrutural, fitoecológico e florístico, encontram-se em permanente competição no espaço regional, e sob forte influência do clima, que sofreu oscilações marcantes ao longo do Quaternário²⁹. O Homem e animais domésticos, por sua vez, também produziram importantes impactos sobre o quadro original da vegetação.

Ao final do Pleistoceno³⁰, sob a vigência de um período glacial³¹, as áreas florestais reduzem-se a fragmentos localizados em sítios favorecidos por melhor suprimento de água. Com o aquecimento e umidificação verificados no Holoceno³², criaram-se condições propícias ao avanço da floresta sobre áreas campestres, seja pela expansão dos refúgios florestais pleistocênicos, baseados em elementos

³⁰ Época do Período Quaternário e era Cenozóica, compreendido entre 1,6 milhões anos e 10.000 anos antes do presente.

³¹ A glaciação de Würm (Wisconsin) alcançou o máximo entre 21.000 e 18.000 anos atrás, marcando o término do Pleistoceno. Acredita-se que o nível dos oceanos tenha baixado de 120 a 140m, em relação ao nível atual, enquanto capas de gelo cobriam o sul dos Andes, bem como altas latitudes (BOLZON, R. T. & MARCHIORI, J. N. C. A vegetação no sul da América: perspectiva paleoflorística. *Ciência & Ambiente*, Santa Maria, n. 24, p. 21, 2002).

³² Época do Período Quaternário e era Cenozóica, correspondente aos últimos 10.000 anos antes do presente.

³³ Por elementos extratropicais, quer-se referir ao conjunto de elementos florísticos antárticos, holárticos e andinos.

³⁴ MARCHIORI, J. N. C. *Fitogeografia do Rio Grande do Sul*: Campos sulinos. Porto Alegre: EST, 2004. p. 13-30.

³⁵ Referente ao Holoceno ou Recente, os últimos 10.000 anos na escala geológica do tempo.

³⁶ Em Santa Maria, o segmento da Serra Geral recebe o nome de serra de São Martinho.

³⁷ De origem tupi (*caá - apoam*), essa palavra significa “mata redonda”; no Brasil, o termo “capão” é popularmente atribuído a fragmentos florestais de áreas campestres, não associados à rede de drenagem (mata ciliar) e de contorno mais ou menos arredondado.

florísticos extratropicais³³, seja pela entrada de uma diversificada e vigorosa corrente florística de cunho tropical, oriunda de baixas latitudes, mediante duas rotas imigratórias: a litorânea, pelas escarpas das serras do Mar e Geral, e a interiorana, via bacia dos rios Paraná e Uruguai.

No Rio Grande do Sul, o limite brusco entre florestas e campos pode ser explicado pela biologia das plantas representativas dos respectivos biomas e suas vinculações com o relevo. Gramíneas e plantas lenhosas são vegetais muito distintos, que em geral se excluem mutuamente. Esse verdadeiro antagonismo resulta de diferenças tanto no sistema radicular, como no de economia hídrica.³⁴

Pelo sistema radicular intensivo, finamente ramificado e distribuído num volume relativamente pequeno de solo, as gramíneas mostram-se especialmente adaptadas a regiões secas, motivo pelo qual, ao final do Pleistoceno, predominava amplamente em todo o sul do Brasil uma vegetação campestre, de natureza estépica. O campo nativo, em outras palavras, tem caráter relictual, antecedendo as florestas no Rio Grande do Sul.

As espécies lenhosas, em contraste, possuem sistema radicular extensivo e suas grossas raízes alcançam maiores distâncias, ocupando grande volume de solo, embora com menor densidade. Árvores e arbustos, desse modo, mostram-se especialmente eficientes em solos rochosos, nos quais a água se reparte desigualmente, tanto em zonas tropicais como temperadas.

No avanço holocênico³⁵ das florestas sobre os campos, a vegetação silvática logrou maior sucesso nas encostas montanhosas e em outras áreas dissecadas pela rede de drenagem, contrastando com a vegetação campestre, dominante em terrenos mais planos ou de relevo suavemente ondulado. Em poucos locais mostra-se tão claramente a transição abrupta entre campo e floresta como nos arredores de Santa Maria, evidenciando o estreito vínculo entre relevo e tipo de vegetação: florestas, em áreas acidentadas; campos, em terrenos mais planos.

Na região em foco, a principal mancha florestal é a que reveste as encostas da Serra Geral³⁶, ao norte da cidade, havendo na Depressão Central uma nítida dominância de campos nativos, entremeados de florestas ciliares e capões³⁷.

Sobre essa paisagem natural, composta de campos e florestas, a ação antrópica também produziu importantes modificações ao longo do tempo. Ocorre que a atividade

humana costuma gerar impactos sobre a natureza, seja de forma direta ou indireta.

Em princípios do século XVII, antes da chegada dos primeiros jesuítas, o quadro da vegetação natural no centro do Rio Grande do Sul já sofria as consequências da agricultura itinerante praticada pelos guaranis, particularmente nas florestas da encosta da Serra Geral. Baseada no corte e queima de parcelas de mata, indispensáveis ao estabelecimento de pequenas roças para o cultivo de mandioca, milho, batata-doce, amendoim, feijão, abóbora, urucum, fumo e algodão, a devastação florestal produzida por esses indígenas chamou a atenção do Padre Roque González³⁸, que registrou serem já escassas as terras para plantio, no distante ano de 1626:

*(...) em todo o Tape não se encontra posto para reduzir-se sequer 200 famílias, que, como antigamente fosse muita gente, acabaram com os matos e assim plantam entre cerros e penhascos e vivem em aldeolas, cujas maiores são de 100 índios.*³⁹

Após cinco ou seis anos de uso, cada família buscava um novo pedaço de mato, deixando em abandono a roça antiga. Em dez ou quinze anos de descanso, com a vegetação recomposta, na fase de capoeirão ou de mata secundária, a mesma área encontrava-se novamente em condições de ser reutilizada, graças à fertilização natural produzida pela floresta jovem. Desconhecendo animais domésticos de grande porte e praticando a agricultura em pequenas clareiras, os índios não tiveram influência sensível na origem das áreas campestres gaúchas, apesar do intenso desmatamento produzido.⁴⁰

Cabe salientar que esses repetidos distúrbios na estrutura florestal não produziram efeitos danosos permanentes. Devido à área restrita dos impactos, pulverizados em fragmentos de pequena extensão, o seu efeito na estrutura florestal pode ser comparado à dinâmica da mortalidade e formação natural de clareiras. Além de favorecer a coexistência de espécies pioneiras⁴¹ e climácicas⁴², essa agricultura itinerante fornece, inclusive, uma explicação razoável para a sobrevivência e conservação de espécies sabidamente heliófilas na estrutura da Floresta Estacional, como é o caso do pinheiro-brasileiro (*Araucaria angustifolia*) em certos pontos da Depressão Central gaúcha.

A respeito dos índios minuanos, antigos habitantes de áreas campestres no município de Santa Maria, acredita-se que sua cultura, menos desenvolvida, produziu impacto de

³⁸ Um dos mais importantes missionários de seu tempo, Roque González de Santa Cruz nasceu em Assunção (Paraguai), no ano de 1576, e foi assassinado pelos índios em Caaró (Rio Grande do Sul), em 15/11/1628. Primeiro jesuíta a adentrar no Tape (atual Rio Grande do Sul), o padre Roque subiu pelo rio Ibicuí em março de 1626; a região central do Estado, entretanto, só foi alcançada pelo missionário em sua segunda visita, realizada em maio do mesmo ano.

³⁹ JAEGER, L. G. *Os bem-aventurados Roque González, Afonso Rodríguez e João Del Castillo, mártires do Caaró e Pirapó*. Porto Alegre: Selbach, 1951. p. 194.

⁴⁰ BRUXEL, A. O gado na antiga Banda Oriental do Uruguai. *Pesquisas*, São Leopoldo, série História, n. 13, p. 13-14, 1960.

⁴¹ Espécies vegetais típicas da fase inicial da sucessão.

⁴² Espécies típicas da fase final da sucessão (clímax florestal).

⁴³ Fundada pelo padre jesuíta Adriano Formoso (1634), situava-se em terras do atual sítio urbano de Santa Maria, conhecido pelos índios como Ibitimirí (BELTRÃO, R. *Op. cit.*, p. 12).

⁴⁴ Denominação atribuída à Serra Geral no centro do Rio Grande do Sul, constante na literatura jesuítica do século XVII. Resta informar que os guaranis da região, nesta época, eram chamados de Tapes.

⁴⁵ O nome dessa vila tem origem mais antiga e com o mesmo sentido. Ocorre que nas proximidades da atual vila de Boca do Monte ficava o *caá-roqué*, *caá-guaçu-roqué* ou *caá-yurú* dos índios (porteira-do-mato, porteira-do-mato-grande e boca-da-picada, respectivamente), uma estreita passagem ligando a Depressão Central ao Planalto Médio (São Martinho), através da mata da Serra Geral.

⁴⁶ A redução de São Cosme e Damião não retornou ao Rio Grande do Sul.

⁴⁷ “Ymbernada de San Luiz, que cae detras de la sierra, en el Tetangue, que fue (de los SS. Mart. San Cosme i San Damian. (...)) ...esta imviernada es un rincon de Tierra Serrada por todas partes con el Arroio llamado Baca cai miri, i con el monte grande que le cerca por todas partes...”. (Informe do Padre Francisco de Avendano da Redução de São Luis contra o Padre Antônio Ximenes da redução de São Miguel, o qual se dizia lesado por aquela nas vacas da sua estância. *Cartas anuas*, Coleção De Angelis, p. 104).

⁴⁸ Sobre este ponto, o historiador Aurélio Porto fornece informação distinta, porém equivocada, ao afirmar que a referida área teria servido como um posto da estância do Povo de São João (PORTO, A. *História das Missões orientais do Uruguai*. Porto Alegre: Selbach, 1954. v. 1. p. 331). O texto de Avendano,

menor monta, por viverem da caça, pesca e coleta de frutos, ressaltando-se, todavia, a queima eventual de parcelas de campo.

A introdução do gado bovino foi a ação ambiental mais impactante do primeiro ciclo jesuítico, encerrado em 1638 na região de Santa Maria, com o êxodo dos índios e padres da redução de São Cosme e São Damião⁴³ para a margem direita do rio Uruguai, acossados por bandeirantes. Favorecido pelas abundantes pastagens e aguadas, a proliferação do gado alçado gerou graves efeitos para a vegetação nativa, sobretudo nas áreas campestres.

No tocante às florestas, o aldeamento e posterior transmigração da população indígena favoreceu a sua recomposição, notadamente na Encosta da Serra Geral, conferindo às mesmas uma exuberância nunca antes alcançada. A espessa mata, recomposta naturalmente na antiga Serra dos Tapes⁴⁴, explica o nome de “Monte Grande”, com que os espanhóis passaram a designar a região. Cabe frisar que o termo “monte” significa mato ou floresta, em espanhol, sendo, portanto, muito adequado para designar o importante maciço florestal que se estende de leste a oeste, no centro do Rio Grande do Sul, em torno do paralelo de 29° 30'. Não custa lembrar que Santa Maria guarda em seu nome tradicional (da Boca do Monte) essa influência castelhana, assim como a vila de Boca do Monte⁴⁵, no interior do município.

A partir de 1682, com o retorno de índios e jesuítas para a margem oriental do rio Uruguai⁴⁶, foram fundados os “sete povos das Missões” e criadas estâncias para cuidar do gado que proliferara nos campos do Rio Grande. Neste segundo ciclo jesuítico, o atual sítio urbano de Santa Maria integrou a “Invernada de São Luiz”⁴⁷, de acordo com informe do Padre Francisco de Avendano⁴⁸.

Em março de 1756, quando a vanguarda dos exércitos de Gomes Freire⁴⁹ e Andonaegui⁵⁰ chegou à entrada sul da Picada de São Martinho, o diário do primeiro deles não deixou de registrar a dificuldade oferecida às tropas, na subida da Serra, por um “mato do mais alto e grosso arvoredo”.⁵¹ Na mesma oportunidade, Dom Francisco Graell⁵² também assinalou em diário que a mata transposta era fechada “com árvores muito altas, embora não muito robustas”, apesar da presença de “troncos de dois ou três palmos de largura”⁵³. Ocorre que, passados 122 anos da fundação de São Cosme e Damião e quase outro tanto da fuga dos índios para a margem ocidental do rio Uruguai, a floresta estacional da encosta, esvaziada dos antigos habitantes, pro-

transcrito na nota anterior, não deixa, todavia, margem a dúvidas: o sítio urbano de Santa Maria, em verdade, fez parte da invernada de São Luiz, compondo um rincão entre a Serra Geral e o Vacacaí-Mirim; entre 1634 e 1638, estas terras pertenceram à redução de São Cosme e São Damião. Resta esclarecer que o Vacacaí-Mirim é o atual Arenal, arroio que, com seu afluente Cadena (arroio de Santa Maria, na época), isolava o dito rincão.

⁴⁹ Gomes Freire de Andrade (Estremoz, Portugal, 1685 – Rio de Janeiro, 1763), primeiro conde de Bobadela.

⁵⁰ Don Joseph de Andonaegui y Plaza (1680-1761), Tenente General, Governador e Capitão General das Províncias do Rio de La Plata. Comandou a tropa espanhola, enviada para a entrega dos Sete Povos das Missões aos portugueses (1756).

⁵¹ BELTRÃO, R. *Op. cit.*, p. 14.

⁵² Capitão de Dragões e oficial representante da Coroa Espanhola na expedição contra os Sete Povos Missioneiros (1755-1756).

⁵³ GRAELL, F. *Passado missioneiro no diário de um oficial espanhol*. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 1998. p. 69.

⁵⁴ Natural da freguesia de Santa Maria de Soutello (Portugal, 1742), faleceu na vila do Rio Grande a 5/11/1801, com 59 anos de idade. Primeiro Comissário na demarcação de limites decorrentes do Tratado de Santo Ildefonso, acumulou as funções de governador do Rio Grande de São Pedro, até sua morte.

vavelmente alcançara o seu pleno desenvolvimento, compondo uma estrutura luxuriante, à semelhança de áreas bem conservadas do atual Parque Estadual do Turvo, no extremo noroeste do Estado. Essa realidade manteve-se inalterada até depois de 1797, marco inicial do povoamento no “Rincão de Santa Maria”, decorrente do acampamento da “Partida Portuguesa da 2ª Subdivisão da Comissão Demarcadora de Limites”, na coxilha correspondente ao atual centro da cidade.

Quando o brigadeiro Sebastião Xavier da Veiga Cabral da Câmara⁵⁴ determinou a paralisação definitiva dos trabalhos da Comissão Demarcadora (1801), o pequeno povoado logrou vingar ao esvaziamento pelo afluxo de novos moradores e de empregados civis da extinta Partida, que decidiram radicar-se no “Acampamento de Santa Maria”. Os primeiros viajantes-naturalistas chegados à região ainda encontraram uma natureza praticamente intacta – tanto a florestal quanto a campestre –, devido à modesta pressão exercida por uma população escassa e de reduzida atividade econômica.

No século XIX, o crescimento de Santa Maria e, por conseguinte, a pressão sobre seus recursos naturais, só foi alterada, substancialmente, com a chegada dos primeiros colonos italianos à região (1877). Assentados em terras florestais devolutas, a colonização determinou, necessariamente, uma devastação de grande magnitude, sobretudo nas encostas da Serra Geral.

A chegada da ferrovia, em outubro de 1885, trouxe novo e vigoroso impulso ao desenvolvimento regional. Para as florestas nativas, esse progresso implicava devastação, posto que, à época, ainda não existia a prática da silvicultura em nosso meio. Madeira para dormentes e lenha para alimentar caldeiras de locomotivas, passaram a exigir derrubada crescente de árvores, levando à exploração irracional desses recursos. Proliferaram, então, as clareiras nos morros que cercam a cidade, reconhecidas em antigas fotos, num processo que perdurou muitas décadas, com sérios prejuízos ambientais. Os baixos valores fitossociológicos atualmente observados, no tocante a espécies madeireiras nobres, bem como a expressiva variação florística entre diferentes parcelas da moderna floresta estacional de encosta, constituem testemunhos dessa exploração sistemática, que vigorou até além da metade do século XX.

Na zona campestre, as matas ciliares e capões também sofreram redução de área, sobretudo após a introdução do cultivo de arroz irrigado. A predação e pisoteio de regene-

rações, exercida pelo gado doméstico, também deixou suas marcas na estrutura florestal, com prejuízos para a sua diversidade e conservação. No tocante ao campo nativo propriamente dito, a influência antrópica não deixou sequelas menores, em sua estrutura e composição florística.

O êxodo rural, notadamente da pequena propriedade, somado à preocupação crescente com as questões ambientais e a um maior rigor no cumprimento da legislação pertinente, tem favorecido, nas últimas décadas, a recomposição da floresta nativa, num processo claramente perceptível, sobretudo nas montanhas que cercam a cidade.

Feitas estas breves considerações acerca da dinâmica natural da vegetação e sobre os efeitos da atividade humana ao longo do tempo, pode-se dar início, na sequência, à análise das florestas e campos naturais no município de Santa Maria.

A floresta da encosta da Serra Geral

A floresta que se encontra ao norte da cidade de Santa Maria é parte de uma grande mancha que reveste a encosta da Serra Geral, no centro do Rio Grande do Sul. Desenvolvida em torno do paralelo de 29° 30', essa faixa florestal estende-se, com largura variável, desde as proximidades de Osório – onde estabelece contato com a Floresta Atlântica propriamente dita – até seu limite ocidental, entre Manoel Viana e Unistalda. Com poucos quilômetros de largura na região de Santa Maria, ela restringe-se ao talude dissecado do Planalto Médio, cedendo prontamente lugar a campos, tanto ao pé da Serra, no sítio urbano, como nas coxilhas dos municípios de Itaara e São Martinho.

De caráter estacional,⁵⁵ essa floresta é marcada fisiologicamente pela acentuada caducidade do estrato superior. Sob o ponto de vista florístico, compõe-se principalmente de Leguminosas (Fabaceae), como a grápia (*Apuleia leiocarpa*), o angico (*Parapitadenia rigida*), a cabriúva (*Myrocarpus frondosus*), a timbaúva (*Enterolobium contortisiliquum*), os angicos-brancos (*Albizia edwallii*, *A. niopoides*), a corticeira-do-mato (*Erythrina falcata*), a canela-do-brejo (*Machaerium stipitatum*), a farinha-seca (*Lonchocarpus nitidus*), o pau-canzil (*Lonchocarpus campestris*). São também decíduas ou semidecíduas: o cedro (*Cedrela fissilis*), a cangerana (*Cabralea canjerana*), o açoita-cavalo (*Luehea divaricata*), a guajuvira (*Cordia americana*), a caroba (*Jacaranda micrantha*), o ipê-roxo (*Tabebuia heptaphylla*), o louro (*Cordia trichotoma*), o umbu (*Phytolacca*

⁵⁵ Essa unidade foi definida como “Floresta Estacional Decidual”, pelo RADAM-BRASIL (VELOSO, H. P. & GÓES-FILHO, L. Fitogeografia brasileira: Classificação fisionômico-ecológica da vegetação neotropical. *Boletim Técnico. Projeto RADAM-BRASIL. Série Vegetação*, Salvador, v. 1, p. 1-80, 1982), e como “Região da Floresta Estacional Decídua”, por Pedro Furtado Leite (LEITE, P. F. As diferentes unidades fitoecológicas da região sul do Brasil – Proposta de classificação. *Cadernos de Geociências*, Rio de Janeiro, n. 15, p. 1-191, 1995). Entre outras, constam para a mesma tipologia as seguintes denominações: “Floresta Latifoliada da Fralda da Serra Geral” (REITZ, R.; KLEIN, R. M. & REIS, A. Projeto Madeira do Rio Grande do Sul. *Sellowia*, Itajaí, n. 34-35, p. 1-525, 1983); “Floresta Latifoliada Tropical” (ROMARIZ, D. de A. *Aspectos da vegetação do Brasil*. São Paulo: edição da aurora, 1996. 60 f.); e “Distrito das Selvas”, integrante da “Província Paranaense” e “Domínio Amazônico” (CABREIRA, A. L. & WILLINK, A. *Biogeografia de América Latina*. Washington: Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos, 1973. 350 p.).

dioica), o pessegueiro-do-mato (*Prunus myrtifolia*), a tajuva (*Maclura tinctoria*), a guavirova (*Campomanesia xanthocarpa*), o marmeleiro (*Ruprechtia laxiflora*), o tarumã (*Vitex megapotamica*), a paineira (*Ceiba speciosa*), os camboatás (*Cupania vernalis*, *Matayba elaeagnoides*) e a cerejeira (*Eugenia involucrata*). Dentre as perenifólias, menos importantes no dossel superior, citam-se: a batanga (*Eugenia rostrifolia*), a murta (*Blepharocalyx salicifolius*), o guapuriti (*Plinia rivularis*), a caixeta (*Schefflera morototonii*), as figueiras (*Ficus adathodifolia*, *F. luschnathiana*), o gerivá (*Syagrus romanzoffiana*) e a maria-preta (*Diospyros inconstans*).

No estrato médio, predominam a canela-guaicá (*Ocotea puberula*), a canela-amarela (*Nectandra lanceolata*), a canela-louro (*Nectandra megapotamica*), a canela-vermelha (*Aiouea saligna*), a canela-ferrugem (*Ocotea silvestris*) e a canela-lageana (*Ocotea pulchella*), além de indivíduos jovens das espécies típicas do dossel.

O estrato das arvoretas, bastante homogêneo, compreende a laranjeira-do-mato (*Gymnanthes concolor*), o cincho (*Sorocea bonplandii*), três espécies de catiguás (*Trichilia catigua*, *T. clausenii*, *T. elegans*), o carvalhinho (*Casearia silvestris*), o catiguá-morcego (*Guarea macrophylla*) e a primavera (*Brunfelsia australis*). Dentre os arbustos, salientam-se Rubiáceas do gênero *Psychotria*, o urtigão do mato (*Urera baccifera*) e a embira (*Daphnopsis racemosa*).

Na sinúsia das lianas e escandentes, destacam-se algumas Bignoniáceas, dos gêneros *Clytostoma*, *Cuspidaria*, *Macfadyena* e *Pithecoctenium*, Sapindáceas (*Serjania laruotteana*, *Serjania meridionalis*, *Thinouia mucronata*, *Urvillea uniloba*), além de Leguminosas (*Bauhinia microstachya*), Aristoloquiáceas (*Aristolochia triangularis*), Ramnáceas (*Gouania ulmifolia*) e Amarantáceas (*Chamissoa altissima*).

Relativamente escassas e pouco conspícuas na estrutura da vegetação, comparadas à floresta Atlântica⁵⁶ e com araucária⁵⁷, as epífitas compreendem diversas Pteridófitas, Orquídeas, Cactáceas, Piperáceas e Bromeliáceas.

A orla da floresta é marcada por um emaranhado de arvoretas, arbustos e plantas escandentes, destacando-se o carvalhinho (*Casearia silvestris*), a pitangueira (*Eugenia uniflora*), o limoeiro-do-mato (*Randia ferox*), o veludinho (*Guettarda uruguensis*), a viuvinha (*Chomelia obtusa*), o esporão-de-galo (*Strychnos brasiliensis*), as unhas-de-gato (*Acacia tucumanensis*, *Acacia velutina*), o rabo-de-bugio (*Dalbergia frutescens*) e a taleira (*Celtis spinosa*).

⁵⁶ Floresta Ombrófila Densa, segundo VELOSO, H. P. & GÓES-FILHO, L. *Op. cit.*

⁵⁷ Floresta Ombrófila Mista, segundo VELOSO, H. P. & GÓES-FILHO, L. *Op. cit.*



Figura 2: Vista atual dos morros ao norte da cidade, com fragmentos de Floresta Estacional. (Fotografia: Valter Noal Filho)

Na vegetação de capoeira, predominam a crindiúva (*Trema micrantha*), o fumo-bravo (*Solanum mauritianum*), a caroba-amarela (*Tecoma stans*) e o urtigão-manso (*Boehmeria caudata*).

No topo de morros, em sítios pedregosos ou de solos rasos, a canela-de-veado (*Helietta apiculata*) torna-se dominante, imprimindo-se na fisionomia da vegetação por sua folhagem rala, verde-clara. Das acompanhantes, salientam-se: o ipê-roxo (*Tabebuia heptaphylla*), o guabiju (*Myrcianthes pungens*), o bugreiro (*Litbraea molleoides*), a tuna (*Cereus hildmannianus*) e a *Schaefferia argentinensis*, arvoreta de vinculação chaquenha. Embora raros, em tais sítios podem ser encontrados até mesmo o carandá (*Tritrinax brasiliensis*), na região de Santo Antão, e a criúva (*Agarista eucalyptoides*); mais frequentes na Serra do Sudeste, estas três últimas espécies constituem verdadeiros relictos na Serra Geral, devendo ser interpretadas como sobreviventes da invasão holocênica de elementos tropicais que deu origem à moderna Floresta Estacional, após o término da última glaciação.

Junto aos cursos d'água, encontram-se as mesmas espécies reófilas a serem descritas para as matas ciliares de áreas campestres, destacando-se, todavia, a presença (rara,

em verdade) da *Colliguaya brasiliensis*, elemento andino de ocorrência eventual em riachos que descem a Serra Geral, no centro do Estado.

Sob o ponto de vista fitogeográfico, a Floresta Estacional de Santa Maria vincula-se estreitamente à Floresta do Alto Uruguai⁵⁸, diferindo, contudo, pela ausência de algumas espécies importantes, como a maria-preta (*Diatenopteryx sorbifolia*), a canafístula (*Peltophorum dubium*), a jaboticaba (*Plinia trunciflora*), a tuvarana (*Cordyline edwallii*) e o sangue-de-dragão (*Croton urucurana*). Estudos recentes têm reduzido gradativamente essa lista, pois o assucará (*Gleditschia amorphoides*) e o alecrim (*Holocalyx balansae*)⁵⁹ são ainda comuns nos municípios de Jaguari e Mata, o guatambu (*Balfourodendron riedelianum*) não é raro em Nova Palma e Vale Vêneto, localidades próximas a Santa Maria, e o jasmim-grado (*Rauwolfia sellowii*) foi recentemente encontrado em inventário florestal na região da Quarta Colônia⁶⁰. A presença de elementos representativos da Floresta Atlântica propriamente dita, ao contrário, é notavelmente reduzida em Santa Maria, salientando-se o mata-olho-da-serra (*Pachystroma longifolium*) e a figueira-do-litoral (*Ficus citrifolia*)⁶¹.

Explorada desde o estabelecimento dos primeiros moradores no atual sítio urbano de Santa Maria, a Floresta Estacional não esconde os efeitos dessa retirada sistemática de lenha e madeiras nobres, pelo menos a olhos mais treinados. Seu escasso valor econômico na atualidade, consequência da exploração seletiva das espécies mais valiosas ao longo do tempo, associado a grande número de árvores por hectare (e árvores de diâmetros pequenos), são atributos típicos do estágio secundário de sucessão, contrastando com a luxuriante floresta primária encontrada pelos integrantes da Comissão Demarcadora de Limites, responsáveis pelo povoamento do “Rincão de Santa Maria” ao final do século XVIII.⁶² Outra consequência inequívoca da ação antrópica é a incorporação na estrutura florestal de espécies exóticas, como a uva-do-Japão (*Hovenia dulcis*), a ameixeira (*Eriobotrya japonica*), a amoreira (*Morus nigra*) e alguns citrus (*Citrus reticulata*, *Citrus sinensis*).

Em área contígua à Floresta Estacional, no topo do Planalto Médio e igualmente em contato com os campos dessa região fisiográfica, encontram-se fragmentos de uma unidade distinta: a Floresta Ombrófila Mista. O texto de Robert Avé-Lallemant, transcrito anteriormente, informa-nos sobre sua existência em terras do atual município de Itaara, assim como o antigo nome da localidade e o de uma estação ferroviária vizinha (Pinhal). Situado fora dos atuais

⁵⁸ Ambas as unidades foram classificadas no RadamBrasil como Floresta Estacional Decidual (GÓES FILHO, *Op. cit.*).

⁵⁹ A presença do alecrim foi também comprovada no município de Formigueiro, em plena Depressão Central (SCHMIDT, M. V. C.; MARCHIORI, J. N. C.; NASCIMENTO, A. R. T. & ALVAREZ FILHO, A. Relações histórico-florísticas, fitossociologia e aspectos ecológicos do alecrim (*Holocalyx balansae* Mich.) em floresta primária, na região de Formigueiro. *Ciência e Natura*, Santa Maria, n. 15, p. 161-183, 1993).

⁶⁰ BRENA, D. A. & LONGHI, S. J. Inventário Florestal. In: ITAQUI, J. (org.) *Quarta Colônia: Inventários Técnicos*. Santa Maria: Condusus, Quarta Colônia, 2002. 256 p.

⁶¹ Esta espécie aparece frequentemente na literatura como *Ficus organensis* Miquel, binômio atualmente reduzido à sinonímia.

⁶² O início do povoamento coincide com o acampamento da “Partida Portuguesa da 2ª Subdivisão da Comissão Demarcadora de Limites” no “Rincão de Santa Maria”, ocorrido entre fins de julho de 1797 e a primeira metade de 1798. O sítio escolhido, dorso da coxilha correspondente ao atual centro urbano de Santa Maria, ficava em terreno da estância do Pe. Ambrósio José de Freitas (BELTRÃO, R. *Cronologia histórica de Santa Maria e do extinto município de São Martinho*. Canoas: La Salle, 1979. p. 29-30).

limites do município de Santa Maria, mesmo assim convém, em breve comentário, trazer algumas informações acerca dessa unidade fitogeográfica, mesmo porque alguns de seus elementos representativos podem ser eventualmente encontrados no interior da Floresta Estacional. O traço distintivo da Floresta Ombrófila Mista, como indicado no próprio nome, é a mistura de coníferas e folhosas em sua composição florística, bem como a conjugação de um importante contigente extratropical com elementos típicos da Floresta Estacional, salientando-se, entre os primeiros, o pinheiro-brasileiro (*Araucaria angustifolia*), o pinheiro-bravo (*Podocarpus lambertii*), o pau-sabão (*Quillaja brasiliensis*), o carvalho-brasileiro (*Roupala brasiliensis*), a caúna (*Ilex brevicuspis*), a congonha (*Ilex dumosa*) e os canudos-de-pito (*Escallonia bifida*, *Escallonia megapotamica*).

Matas ciliares

Localizado no centro do Estado, o município de Santa Maria participa de duas bacias hidrográficas divergentes: a do Ibicuí, afluente do Uruguai, e a do Vacacaí, que encaminha suas águas para o lago Guaíba – distando o divisor de ambas, na forma de modestas coxilhas, cerca de 15 quilômetros a oeste da cidade. Nessas terras baixas da Depressão Central, a vegetação dominante, de campos nativos, era originalmente interrompida apenas por matas ciliares e capões.

Matas (ou florestas) ciliares, por vezes ditas “de galeria”, “ripárias” ou “ripícolas”, são formações silváticas associadas à margem de rios e outros cursos d’água. Como “pontas de lança”⁶³ no avanço das florestas sobre os campos, as matas ciliares limitam-se a um estreito cordão ou compõem faixas de largura variável, segundo as características do relevo, compreendendo uma ou mais comunidades ao longo do transecto, distintas entre si pela composição florística associada aos respectivos habitats.

Junto aos cursos d’água, adaptadas para suportar a força da correnteza e eventual submersão durante as enchentes, as plantas reófitas⁶⁴ compõem uma comunidade singular de arbustos e árvores pequenas, geralmente conhecidas pelos nomes de sarandi⁶⁵ ou amarelo: *Sebastiania schottiana* (amarelo-branco ou branquilha), *Terminalia australis* (amarelo ou sarandi-amarelo), *Cephalanthus glabratus* (sarandi-branco ou sarandi-mole), *Phyllanthus sellowianus* (sarandi ou sarandi-vermelho) e *Pouteria salicifolia* (sarandi-mata-olho). A lista tende a completar-se quando se incluem os angiquinhos ou quebra-foices (*Calliandra brevipes*, *Calliandra tweediei*) e o salso-crioulo

⁶³ De admirável efeito, essa expressão foi cunhada por Balduino Rambo, importante fitogeógrafo sul-rio-grandense.

⁶⁴ Planta adaptada para crescer em água corrente (ART, H. W. *Dicionário de ecologia e ciência ambiental*. São Paulo: Companhia Melhoramentos, 1998. p. 460).

⁶⁵ De origem tupi (*çarã-ty*), o termo aplica-se a diversas espécies de Euforbiáceas, Sapotáceas, Combretáceas e Leguminosas (Fabaceae), que crescem nas margens de rios e arroios (FURTADO, N. F. *Vocábulos indígenas na geografia do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Pontifícia Universidade Católica, 1969. p. 155-156; CUNHA, A. G. da. *Dicionário histórico das palavras portuguesas de origem tupi*. São Paulo: Melhoramentos/EDUSP, 1989. p. 260; DOCCA, S. *Vocábulos indígenas na geographia rio-grandense*. *Revista do Instituto Histórico e Geográfico do Rio Grande do Sul*, Porto Alegre, I e II trimestre, p. 88-89, 1925).

(*Salix humboldtiana*). Providas de denso sistema radicular, todas estas espécies são de pequeno porte, com exceção da última, possuindo troncos delgados e flexíveis, morfológica-mente adaptados à reofilia. A respeito do salso-crioulo, cu-jos troncos podem atingir dimensões consideráveis, sua presença nessa comunidade justifica-se pelo robusto e den-so sistema radicular, bem como pela abundância de fibras gelatinosas no lenho, responsável pela notável flexibilidade de seu tronco e ramos.

No alto de barrancos, em situação ecologicamente menos restritiva, predominam os ingazeiros (*Inga vera*, *Inga semialata*⁶⁶), o branquilha (*Sebastiania commersoniana*), o branquilha-leiteiro (*Sebastiania brasiliensis*) e o taquaruçu (*Guadua trinii*).

⁶⁶ Conhecido, popularmente, como ingá-feijão, esta espécie consta na literatura, por vezes, como *Inga marginata* Willd., binômio reduzido à sinonímia de *Inga semialata*.

Nos sítios em que a topografia permitiu o avanço da floresta pela várzea adjacente, a vegetação assume um caráter aluvial, podendo incluir representantes típicos da Floresta Estacional da Encosta da Serra Geral, salientando-se, entre outros: o açoita-cavalo (*Luebea divaricata*), o angico (*Parapiptadenia rigida*), o marmeleiro (*Ruprechtia laxiflora*), os ariticuns (*Rollinia rugulosa*, *Rollinia salicifolia*), a canelado-brejo (*Machaerium stipitatum*) e diversas mirtáceas (*Campomanesia xanthocarpa*, *Eugenia uniflora*, *Eugenia mansoi*, *Eugenia uruguayensis*, *Gomidesia palustris*).

Na orla da mata ciliar predominam arvoretas e arbustos, como a unha-de-gato (*Acacia tucumanensis*), o veludinho (*Guettarda uruguayensis*), a viuvinha (*Chomelia obtusa*), a pata-de-vaca (*Bauhinia forficata*) e as “acácias” de flores vermelhas ou amarelas (*Sesbania punicea*, *Sesbania virgata*). Por vezes, a orla da mata é dominada pelo gravatá (*Bromelia antiacantha*), compondo um halo no contato com o campo, ou pelo maricá (*Mimosa bimucronata*), que tende a formar populações homogêneas.

⁶⁷ Mata de ceibos, outro nome popular atribuído à mesma espécie; *ceibal*, em espanhol.

⁶⁸ “Todo o seu aspecto externo difere grandemente dos outros tipos de floresta, razão por que os tupinambás lhe atribuíram o nome que melhor destaca as suas principais características: estes índios a chamam de “caa-apoam”, isto é, mata convexa ou circular, que os portugueses registraram com a corruptela “capão” [de mato]”. (MARTIUS, C. F. Von. *A viagem de Von Martius. Flora Brasiliensis*. Rio de Janeiro: Editora Index, 1996. p. 26).

⁶⁹ Ver nota 54.

Em várzeas paludosas da Depressão Central, como em muitos trechos da margem dos rios Ibicuí-Mirim, Arenal e Vacacaí, a corticeira-do banhado (*Erythrina cristagalli*) chega a tornar-se dominante, compondo uma vegetação pauciespecífica, conhecida popularmente como seival⁶⁷.

Capões

De origem indígena⁶⁸, a palavra “capão” aplica-se, regionalmente, às ilhas de vegetação silvática dispersas em áreas campestres. Cabe salientar que o termo é de utilização bastante antiga na literatura sul-rio-grandense, constando sua definição no famoso “Diário Resumido e Histórico”, de Sebastião Xavier da Veiga Cabral da Câmara⁶⁹ e José de

⁷⁰ Geógrafo e astrônomo da “1ª Divisão da Demarcação d’América Meridional” (Lisboa, cerca de 1758; Porto Alegre, 28/5/1808).

⁷¹ O “Diário Resumido e Histórico” inclui um dos mais antigos relatos sobre a área do atual sítio urbano de Santa Maria e arredores.

⁷² CÂMARA, S. X. da V. C. da & SALDANHA, J. de. Diário resumido e histórico. 1ª Divisão da demarcação d’América Meridional. *Anais da Biblioteca Nacional*, Rio de Janeiro, v. 51, p. 206, 1938.

⁷³ CÂMARA, S. X. da V. C. da & SALDANHA, J. de, 1938. *Op. cit.*, p. 194.

⁷⁴ CÂMARA, S. X. da V. C. da & SALDANHA, J. de, 1938. *Op. cit.*, p. 206.

Saldanha⁷⁰, firmado no “Acampamento geral do Monte Grande” (10/11/1787), arredores de Santa Maria⁷¹: “Palavra uzada pelos Portugueses neste Paiz, e com a qual explicação os pequenos Bosques ou ajuntamento de arvoredos”⁷². Em outro ponto do mesmo documento, os capões são definidos como “bosques de pouca extensão e separados”⁷³, agregando, os mesmos autores, que “aos grandes Capões de mato, como nas costas dos rios, lagoas ou pantanais, lhe chamão restingas”⁷⁴.

Localizados em encostas de coxilhas e geralmente associados a fontes d’água ou a locais melhor favorecidos por umidade permanente, os capões apresentam estrutura semelhante à da Floresta Estacional anteriormente considerada.

Sob o ponto de vista florístico, os capões da região aliam espécies típicas da Floresta Estacional a elementos chaquenhos, como o espinheiro (*Sideroxylum obtusifolium*), o molho (*Schinus polygamus*) e a falsa-coronilha (*Schaefferia argentinensis*).

Dentre os elementos comuns à floresta estacional, predominam: a pitangueira (*Eugenia uniflora*), a mamica-de-cadela (*Zanthoxylum rhoifolium*), o coentrilho (*Zanthoxylum fagara*), o chal-chal (*Allophylus edulis*), o angico (*Parapiptadenia rigida*), a guavirova (*Campomanesia xanthocarpa*), a carne-de-vaca (*Styrax leprosus*), o cambotá-vermelho (*Cupania vernalis*), o guabiju (*Myrcianthes pungens*), o jasmim-catavento (*Peschiera australis*), a canela-amarela (*Nectandra lanceolata*), a canela-lageana (*Ocotea pulchella*), o marmeleiro (*Ruprechtia laxiflora*), a guajuvira (*Cordia americana*) e o gerivá (*Syagrus romanzoffiana*). Igualmente frequentes na estrutura dos capões, são as figueiras (*Ficus adathodifolia*, *Ficus lushnathiana*), a coronilha (*Scutia buxifolia*) e a cancorosa (*Maytenus ilicifolia*).

Pelo pisoteio e predação de regenerações, o gado acarreta severos danos à estrutura do capão, reconhecidos pela redução do estrato de arvoretas e arbustos, e o consequente favorecimento de ervas típicas do interior da floresta, como as gramíneas dos gêneros *Ichnanthus*, *Oplismenus* e *Pharus*, que chegam, por vezes, a compor um denso estrato herbáceo.

A orla dos capões reúne, basicamente, as mesmas espécies referidas para a situação equivalente na mata ciliar; marcada por arbustos e arvoretas, salientam-se, neste caso: o veludinho (*Guettarda uruguensis*), a viuvinha (*Chomelia obtusa*), a pitangueira (*Eugenia uniflora*), o carvalhinho (*Casearia silvestris*), a unha-de-gato (*Acacia tucumanensis*) e o esporão-de-galo (*Celtis spinosa*). Em outros locais, a orla

da mata é dominada pelo gravatá (*Bromelia antiacantha*), compondo um halo na transição para com o campo limpo, ou então por populações de maricá (*Mimosa bimucronata*).

Campos nativos

Situado quase que inteiramente na Depressão Central, o município de Santa Maria era revestido, em sua maior parte, de campos nativos, vegetação amplamente dominante nessa região fisiográfica, marcada por extensas planícies aluviais e coxilhas sedimentares.

Em primeiro lugar, há que se ressaltar a grande modificação ocorrida na vegetação campestre, no tocante à fisionomia e composição florística, em decorrência da criação de gado, da introdução de espécies exóticas e da utilização da terra para cultivos agrícolas. Mesmo assim, um traço marcante pode ser destacado, de início, para caracterizar essa tipologia na região: o seu caráter intermediário entre os “campos grossos”, do Planalto Médio, e os ditos “finos”, da fronteira uruguaio-argentina.



Figura 3: Vista aérea dos arredores da cidade (sudeste) mostrando a dominância de campos nativos e capões de mata. (Fotografia: Valter Noal Filho)

Baseados, principalmente, em espécies herbáceas e arbustivas de hábito cespitoso, a fisionomia da diversificada flora campestre regional alia numerosas gramíneas, notadamente andropogôneas e aristídeas, a um numeroso contingente de Asteráceas e Apiáceas, entre outras famílias botânicas, salientando-se, ainda, em alguns sítios, a presença conspícua de Mirtáceas anãs.

Em locais úmidos, o capim-caninha (*Andropogon lateralis*) mostra-se dominante, posição ocupada pelas barbas-de-bode (*Aristida jubata* e *A. laevis*) nos mais secos. Dentre as gramíneas cespitosas, salientam-se, ainda, os capins rabo-de-burro (*Schizachirium microstachyum*, *S. condensatus*), o capim ponta-de-lança (*Trachypogon montufari*) e a macega-estaladeira (*Erianthus trinii*). Na mesma posição sociológica, encontram-se muitas Astera-ceae, sobretudo dos gêneros *Baccharis*⁷⁵ (*B. trimera*, *B. megapotamica*), *Vernonia*⁷⁶ (*V. nudiflora*, principalmente) e *Eupatorium*⁷⁷. Com suas rosetas basais de folhas e vistosas inflorescências, os “caraguatás” (família Apiaceae) chegam, por vezes, a impor-se na fisionomia dos campos, incluindo diversas espécies na região (*Eryngium bracteatum*, *E. chamissonis*, *E. ciliatum*, *E. eburneum*, *E. elegans*, *E. horridum*, *E. sanguisorba*). Protegidas no meio das touceiras, encontram-se gramíneas mesotérmicas dos gêneros Briza (*B. stricta*, *B. subaristata*), *Bromus* (*B. uruguayensis*), *Piptochaetium* (*P. lasianthum*) e *Stipa* (*S. sellowiana*).

No estrato inferior, a grama-forquilha (*Paspalum notatum*) domina em terrenos mais secos, juntamente com *Paspalum plicatulum*, *P. paucifolium* e *Piptochaetium montevidense*; nos mais úmidos, salientam-se *Axonopus affinis* e *Paspalum pumilum*. Em solos muito úmidos, como em banhados, prevalecem Ciperáceas dos gêneros *Cyperus*, *Eleocharis*, *Fimbristylis*, *Rhynchospora*, e gramíneas, como *Paspalum ionantum* e o capim-santa-fé (*Paspalum prionitis*).

Em áreas de solos arenosos, sobretudo em sítios próximos à encosta da Serra Geral, a vegetação campestre assume um caráter savânico, marcado pela presença de diversas mirtáceas anãs, salientando-se a guavirova do-campo (*Campomanesia aurea*) e a goiabeira-do-campo (*Acca sellowiana*), entre outras.

Vegetação e sítio urbano

Em capítulo anterior, viu-se que o povoamento de Santa Maria resultou de um acampamento⁷⁸ estabelecido na área correspondente ao atual centro da cidade, provavel-

⁷⁵ BELTRÃO (1962) relaciona 30 espécies do gênero *Baccharis*, em sua “Flora fanerogâmica de Santa Maria” (*Op. cit.*, p. 17-18).

⁷⁶ BELTRÃO (1962) cita 20 espécies de *Vernonia* para Santa Maria (*Op. cit.*, p. 25-26).

⁷⁷ BELTRÃO (1962) inclui 31 espécies de *Eupatorium* em sua Flora de Santa Maria (*Op. cit.*, p. 20-21).

⁷⁸ Em junho de 1797, tendo a Divisão Demarcadora recebido ordem de deixar as Missões e buscar proteção junto à guarda portuguesa mais próxima, o pessoal da Partida, sob o comando do Capitão Joaquim Félix da Fonseca, regressou do Povo de São João Batista, acampando em terreno da estância do Padre Ambrósio José de Freitas. Marco inicial do povoamento, o local escolhido corresponde ao atual centro da cidade de Santa Maria.

⁷⁹ A capela primitiva foi construída no mesmo local onde hoje se encontra a herma do Coronel João Niederauer Sobrinho, no canteiro central da avenida Rio Branco, com a frente voltada para o sul (atual praça Saldanha Maranhão).

⁸⁰ Foi por ocasião dos trabalhos da 1ª Comissão Demarcadora de Limites da América Meridional.

⁸¹ Passo do arroio de Santa Maria, o atual Cadena. Atualmente incorporado à área urbana, o Passo da Areia situa-se a oeste do centro da cidade.

⁸² Natural de Lisboa (1754), faleceu no Rio de Janeiro (12/5/1814). Considerado como fundador de Santa Maria (BELTRÃO, R. *Op. cit.*, p. 32), era o comandante da Partida portuguesa que, por ofício de 13/6/1797, assinado pelo Coronel Francisco João Róscio, recebeu ordem de deixar o povo de São João Batista para acampar junto à Guarda Portuguesa do Passo dos Ferreiros.

⁸³ No mapa de Chagas Santos figura como “Acampamento Portuguez”; pela posição, vê-se que ficava próximo da atual vila de Boca do Monte.

⁸⁴ Em ofício de 7/6/1797, o governador da Capitania do Rio Grande de São Pedro (Brigadeiro Sebastião Xavier da Veiga Cabral da Câmara) determinou ao 2º Comissário (Coronel Francisco João Róscio) que a Partida Portuguesa, após descer a “Serra de São Martinho do Monte Grande”, deveria acampar numa distância máxima de duas ou três léguas da guarda avançada do Arroio dos Ferreiros (BELTRÃO, R. *Op. cit.* p. 27). Resta informar que esse curso d’água, situado a oeste da cidade, é atualmente mais conhecido como “arroio da Ferreira”.

mente no segundo semestre de 1797. Em 1801, apesar da paralisação definitiva dos trabalhos da Comissão Demarcadora de Limites, o jovem povoado conseguiu vingar, graças ao aporte de moradores das redondezas e de empregados civis da extinta Partida, decididos a radicar-se no “Acampamento de Santa Maria”. O núcleo da moderna cidade e seus principais eixos viários já estavam definidos nessa época: a antiga rua de São Paulo (atual Acampamento), seguindo o dorso norte-sul da coxilha; o largo fronteiro ao pequeno oratório⁷⁹, origem da atual praça Saldanha Maranhão; e a rua Pacífica, atual Dr. Bozano, que segue pela pendente, em direção oeste.

Dez anos antes (1787), o capitão de engenheiros e astrônomo Dr. José de Saldanha⁸⁰ acampara próximo ao “Rincão de Santa Maria”, mais precisamente à margem ocidental do arroio de mesmo nome, no chamado “Passo da Areia”⁸¹.

A respeito do “Rincão de Santa Maria” e seu potreiro, o próprio “Diário Resumido e Histórico” esclarece, definitivamente, acerca de seus limites:

Ao Oeste pelo arroio de Santa Maria de que tomou o nome; ao Sul com o Arenal ou Bacacahy-mirim; ao Norte, pelo mato da Serra e pontas do rio Araricá; ao Leste, pela grande restinga de bosques que, principiando desde o Bacacahy-mirim pouco acima do seu passo chamado do Arenal, e, atravessando na direção do Norte a Coxilha da Forqueta Grande, no lugar das Tronqueiras, vai terminar no Araricá.

Cabe informar que alguns dos termos geográficos acima utilizados mudaram de nome com o passar do tempo: o arroio de Santa Maria é o atual arroio Cadena; o Bacacahy-mirim passou a chamar-se Arenal; e o Araricá é o atual Vacacaí-Mirim. O próprio mapa levantado em 1800 por Francisco Chagas Santos, engenheiro da Demarcação de Limites entre terras de Espanha e Portugal, elucida eventuais pendências geográficas, fornecendo, inclusive, o posicionamento exato do “Acampamento da Expedição” (figura 4).

Numa zona vasta e então despovoada, importa analisar os motivos que poderiam ter levado o sargento-mor Joaquim Félix da Fonseca⁸² a escolher a área do atual centro urbano de Santa Maria para acampamento da Partida.

Situado próximo ao *divortium aquorum* das bacias do Uruguai e Jacuí, limite de então entre as das duas coroas ibéricas, o “Rincão de Santa Maria” também distava num raio de menos de três léguas da “Guarda Portuguesa do Arroio dos Ferreiros”⁸³, como preconizado em ofício do Coronel Francisco João Róscio ao povoador de Santa Maria⁸⁴.

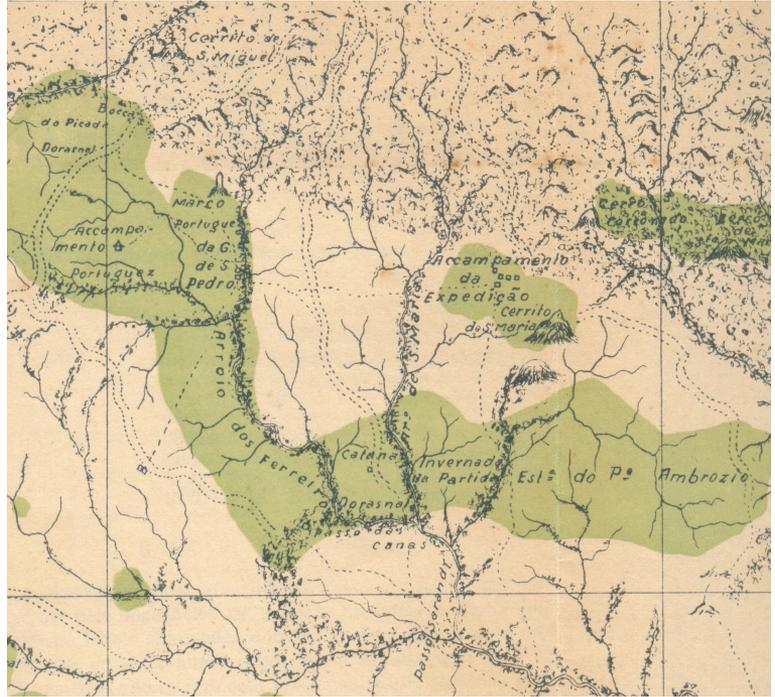


Figura 4: Fragmento do mapa de Francisco Chagas Santos (ano de 1800), posicionando o “Acampamento Portuguez”, nas proximidades da atual vila de Boca do Monte, e o “Acampamento da Expedição”, no interior do Rincão de Santa Maria, em área correspondente ao atual núcleo central da cidade.

⁸⁵ “Esta coxilha que é aqui de lombas baixas, próxima ao mesmo Araricá, mais livre de capões de mato, forma com as suas colinas laterais este Rincão de Santa Maria de comprimento de duas léguas e dois terços, e de largura de duas e meia” (BELEM, J. *História do Município de Santa Maria*. Porto Alegre: Selbach, 1933. p. 16-17). Como informação, resta esclarecer que o “Araricá” é o atual Vacacaí-Mirim.

⁸⁶ Militar e escritor santa-mariense (13/11/1849; Rio de Janeiro, 28/7/1922). A lenda de Imembuí foi incluída em *Assumptos do Rio Grande do Sul*, obra vinda a lume em 1912 (Porto Alegre: Oficinas graphicas da Escola de Engenharia. p. 110-133).

⁸⁷ Natural de Porto Alegre (4/3/1874), João Belém faleceu em Santa Maria (24/6/1935). Incluída em sua *História do Município de Santa Maria 1797-1933* a “Lenda de Imembuí” pode ser encontrada pelo leitor entre as páginas 5 e 9.

José Newton Cardoso Marchiori é engenheiro florestal, doutor em Ciências Florestais e professor titular do Departamento de Ciências Florestais do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria.
marchiori@pq.cnpq.br

Sob o nome de “rincão”, fica implícito que a área era de campo nativo, isolado por cordões de matas.⁸⁵ Situada no interior desse rincão, a coxilha correspondente ao atual centro de Santa Maria é ponto relativamente elevado – e, portanto, vantajoso para fins estratégicos –, além de distante de banhados e áreas inundáveis, motivo pelo qual era preferível ao Passo da Areia, escolhido para o acampamento da 1ª Partida, dez anos antes do povoamento (1787). Coberta de vegetação campestre em seu dorso, a coxilha escolhida também favorecia a instalação dos primeiros ranchos. Por fim, há que salientar, no sítio em questão, a sua proximidade com as matas ciliares do arroio Cadena e tributários, que dissecam a área central de Santa Maria; hoje extintas pela urbanização, ao tempo do povoamento tais matas certamente foram valiosas aos povoadores, pelo suprimento de dois elementos indispensáveis: água e lenha. Destas matas ciliares, a do Itaimbé ganhou notoriedade como palco da “Lenda de Imembuí”, imortalizada por Cezimbra Jacques⁸⁶ e João Belém⁸⁷.



A FAUNA DE SANTA MARIA

*Sonia Zanini Cechin, Ana Beatriz Barros de Morais,
Nilton Carlos Cáceres, Sandro Santos, Carla Bender Kotzian,
Everton Rodolfo Behr, Jéferson Steindorff de Arruda
e Franchesco Della Flora*

O Rio Grande do Sul caracteriza-se por ambientes variados, em virtude da presença de dois biomas bem distintos no Estado: Mata Atlântica, com predomínio de florestas, e Pampa, com predomínio de campos. Essa heterogeneidade ambiental é um dos fatores responsáveis por considerável número de espécies de animais, distribuídas em dois grandes elencos faunísticos: o primeiro, procedente do Brasil meridional, entrando ao norte do Rio Grande do Sul pelas terras altas florestadas do planalto e cujas espécies têm dispersão no sentido norte-sul; o segundo, procedente dos pampas uruguaios que entram ao sul do Estado, tanto pelo litoral baixo interno da Lagoa Mirim, como pelo resto da fronteira Brasil/Uruguai. Esses dois contingentes faunísticos se encontram na Depressão Central, onde está situada Santa Maria. Como o município se localiza exatamente na interface dos biomas referidos, com fisionomias muito distintas, esse caráter proporciona grande diversidade ambiental na região, o que contribui para o elevado número de espécies aqui registrado. Além disso, em vários grupos se verifica a presença de fenótipos diferenciados, provável resultado da intergradação de faunas de distintos estoques faunísticos.

A variedade faunística de Santa Maria

As primeiras investigações sobre a fauna do Rio Grande do Sul foram empreendidas principalmente por pesquisadores estrangeiros e alguns brasileiros. Cope, Hensel, Peters, Berg, Von Ihering, Schupp, Boulenger, Baumann, Nieden, Mertens, Gliesch, Milstead, Miranda-Ribeiro, A. Lutz, entre outros¹, legaram trabalhos exploratórios, produzindo listas e descrições de novas espécies. Rambo², no seu clássico tratado *A Fisionomia do Rio Grande do Sul*, faz um relato genérico da fauna da Depressão Central, enumerando diversas espécies de invertebrados e vertebrados da região.

No município de Santa Maria e entorno, investigações nesse campo vêm sendo realizadas por pesquisadores do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal do Centro de Ciências Naturais e Exatas da Universidade Federal de Santa Maria. Uma equipe de professores trabalhando tanto com invertebrados quanto com vertebrados desenvolve estudos de cunho sistemático, biológico, ecológico e comportamental, cujos resultados representam importante ferramenta a ser utilizada em programas de manejo e conservação da fauna local.³

Em virtude do elevado número de espécies registradas na região de Santa Maria, elegemos alguns grupos animais para uma análise mais detalhada.

Crustáceos

Entre os animais popularmente conhecidos como invertebrados, os crustáceos constituem-se no grupo com a maior diversidade morfológica. Este grupo inclui desde animais como lagostas, siris, camarões, tatuzinho-de-jardim até formas muito pequenas, como os copépodos e as pulgas d'água (Cladoceros).

Embora a maioria das espécies seja marinha (84%), existem aquelas que vivem na água doce (13%) e outras que estão no ambiente terrestre (3%)⁴. O grande sucesso do grupo, com cerca de 40.000 espécies descritas, se deve aos seus apêndices articulados, ao exoesqueleto em forma de carapaça impregnada com carbonato de cálcio e, principalmente, à diversidade de formas do corpo, que surgiu ao longo da sua história evolutiva. Esta última característica é o principal fator que permitiu ao grupo colonizar os mais variados tipos de nichos, com espécies de vida livre e até espécies parasitas. Algumas apresentam formatos do corpo tão diferenciados que chegam ao ponto de só serem classificadas como crustáceos em função das características de

¹ GARCIA, P. C. de A. & VINCIPOVA, G. Anfíbios. In: FONTANA, C. S.; BENCKE, G. A. & REIS, R. E. (orgs.). *Livro vermelho da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Edipucrs, 2003. p. 147-164.

BÉRNILS, R. S.; GIRAUDO, A. R.; CARREIRA, S. & CECHIN, S. Z. Répteis das porções subtropical e temperada da região Neotropical. *Ciência & Ambiente*, v. 35, p. 101-136, 2007.

² RAMBO, B. *A Fisionomia do Rio Grande do Sul*. São Leopoldo: Ed. UNISINOS, 2005. 475 p.

Ver também LEMA, T. de. Aspectos zoogeográficos do Estado do Rio Grande do Sul (Reptilia). *Revista da ADP-PUCRS* 2006, p. 7-16, 2006.

³ ITAQUI, J. (org.). *Quarta Colônia: Inventários Técnicos*. Santa Maria: Condesus Quarta Colônia, 2002. 256 p. MORAIS, A. B. B.; ROMANOWSKI, H. P.; ISEHARD, C. A.; MARCHIORI, M. O. O. & SEGUÍ, R. Mariposas del sur de Sudamérica (Lepidoptera: Hesperioidea y Papilionoidea). *Ciência & Ambiente*, v. 35, p. 29-46, 2007.

BOND-BUCKUP, G. & SANTOS, S. Crustáceos Anomuros de Águas Continentais: Diversidade e Aspectos Biológicos. *Ciência & Ambiente*, v. 35, p. 47-54, 2007.

BÉRNILS, R. S. *et al.*, *Op. cit.*

CÁCERES, N. C., CHEREM, J. J. & GRAIPEL, M. E. Distribuição geográfica de mamíferos terrestres na Região Sul do Brasil. *Ciência & Ambiente*, v. 35: p. 167-180, 2007.

⁴ BRUSCA, R. C. & BRUSCA, G. J. *Invertebrados*. 2 ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2007. 968 p.

suas larvas (tipo náuplio), uma vez que o adulto é completamente diferente dos crustáceos mais comuns.

Nesse grupo, as ordens Decapoda (camarões, caranguejos, siris, lagostas e lagostins) e Isopoda (tatuzinhos-de-jardim) se destacam pelo número de espécies que abrigam, pela diversidade de formas e pela popularidade de suas espécies, algumas com importância econômica por serem exploradas comercialmente⁵.

Na região de Santa Maria os animais mais comuns, facilmente encontrados, são os lagostins, caranguejos verdadeiros (braquiúros), caranguejos eglídeos (anomuros) e tatuzinhos-de-jardim⁶.

O nome lagostim vem do fato destes animais assemelharem-se às lagostas marinhas. Estes crustáceos são encontrados na Austrália, Tasmânia, Nova Zelândia, Madagascar e América do Sul. São 129 espécies no total, das quais, 10 estão presentes na América do Sul e quatro no Rio Grande do Sul⁷. Na região de Santa Maria são registradas duas espécies, *Parastacus brasiliensis* (von Martens, 1869) (figura 1a) e *Parastacus pilimanus* (von Martens, 1869)⁸. São animais com o corpo cilíndrico e alongado e um quelípodo bem desenvolvido na região do tórax. O desenvolvimento é direto, ou seja, as fases larvais ocorrem no interior dos ovos, eclodindo jovens semelhantes aos adultos. São encontrados em ambientes límnicos de planície, preferencialmente em águas mais paradas (lênticas) ou em águas rápidas (lóticas), mas de pequeno volume e correnteza fraca. Constroem habitações subterrâneas nos barrancos, em forma de túneis inclinados, simples ou ramificados, de até um metro ou mais de profundidade. Os túneis geralmente se comunicam com o lençol freático. Também podem esconder-se debaixo de detritos como gravetos e folhas que caem da vegetação da margem e acumulam-se em remansos. Não formam grandes concentrações de indivíduos, sendo geralmente encontrado 1 indivíduo/m², no máximo. A periferia das aberturas dos túneis é elevada pela construção de chaminés protetoras que, aparentemente, visam impedir a entrada de água excessiva das chuvas ou enchentes. Deixam a toca preferencialmente à noite à procura de alimentos, que podem ser matéria orgânica viva ou morta, de origem vegetal ou animal. As fêmeas atingem a maturidade sexual com três anos. No Rio Grande do Sul são encontradas fêmeas carregando ovos de setembro a janeiro. O número de ovos carregados pelas fêmeas está relacionado com o tamanho dos animais, podendo atingir mais de 120 nos animais maiores. O período de incubação dos ovos dura cerca de 41 dias

⁵ VALENTI, W. C. Brazil's inland aquaculture freshwater fish dominate production. *Global aquaculture advocate*, v. 10, n. 3, p. 30-32. 2007.

⁶ SANTOS, S. Crustáceos. In: ITAQUI, J. (org.). *Quarta Colônia de imigração Italiana: Inventários Técnicos. Flora e Fauna*. Santa Maria: Condesus Quarta Colônia, 2002. p. 193-198.

⁷ BUCKUP, L. Família Parastacidae. In: BUCKUP, L. & BOND-BUCKUP, G. *Os crustáceos do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS. 1999. 503 p.

⁸ SANTOS, S. Crustáceos In: ITAQUI, J. (org.). *Quarta Colônia... Op. cit.*

⁹ BUCKUP, L. Família Parastacidae. In: BUCKUP, L. & BOND-BUCKUP, G. Os crustáceos... *Op. cit.*

¹⁰ BOND-BUCKUP, G. & SANTOS, S. Crustáceos Anomuros de Águas Continentais: Diversidade e Aspectos Biológicos. *Ciência & Ambiente*, v. 35, p. 47-54. 2007.

¹¹ BOND-BUCKUP, G. & BUCKUP, L. A Família Aeglidae (Crustacea, Decapoda, Anomura). *Arquiv. Zool.* v. 32, p. 159-347. 1994.

¹² BOND-BUCKUP, G. & SANTOS, S. Crustáceos Anomuros... *Op. cit.*

¹³ BOND-BUCKUP, G. & BUCKUP, L. A Família Aeglidae... *Op. cit.*

¹⁴ CASTIGLIONI, D. S.; BARCELOS, D. F. & SANTOS, S. Crescimento de *Aegla longirostri* BOND-BUCKUP & BUCKUP (Crustacea, Anomura, Aeglidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 23, p. 408-413. 2006.

¹⁵ COLPO, K. D., OLIVEIRA, L. R. & SANTOS, S. Population biology of the freshwater anomuran *Aegla longirostri* (Crustacea, Anomura, Aeglidae) from Ibicuí-Mirim river, Itaara, RS, Brazil. *Journal of Crustacean Biology*, v. 25, p. 495-499. 2005.

¹⁶ SANTOS, S.; AYRES-PERES, L.; CARDOSO, R. C. F. & SOKOLOWICS, C. C. Natural diet of the freshwater anomuran *Aegla longirostri* (Crustacea, Anomura, Aeglidae). *Journal of Natural History*, v. 42, n. 13, p. 1027-1037. 2008.

¹⁷ MAGALHÃES, C. Família Trichodactylidae. In: BUCKUP, L. & BOND-BUCKUP, G. Os crustáceos... *Op. cit.*

e, após a eclosão, os jovens permanecem aderidos aos pleópodos das fêmeas por mais uma ou duas semanas⁹.

Os anomuros são crustáceos com origem marinha. Existem cerca de 1.500 espécies no mundo todo. Destas, um pequeno grupo invadiu a água doce, os caranguejos anomuros da família Aeglidae. Acredita-se que os eglídeos tenham surgido na região da Antártida e com o auxílio de correntes marítimas dispersaram-se para os continentes do hemisfério sul¹⁰. No Brasil estão registradas 35 espécies de eglídeos; destas, 21 são encontradas no Rio Grande do Sul e 2 estão na região de Santa Maria, *Aegla longirostri* Bond-Buckup & Buckup, 1994 (figura 1b) e *Aegla platensis* Schmitt, 1942¹¹. Ficam em rios e arroios de fundo pedregoso e geralmente escondem-se sob estas pedras. A deterioração da qualidade das águas nos ambientes límnicos do Sul do Brasil, pelo lançamento de esgotos e outros poluentes químicos, é uma ameaça aos eglídeos, uma vez que tais espécies são muito exigentes, pois só vivem em locais com altas taxas de oxigênio dissolvido na água¹².

O aspecto geral dos eglídeos é o de um caranguejo, por possuírem o abdome flexionado por debaixo do cefalotórax, porém, com a carapaça geralmente deprimida e o quinto par de pernas sempre reduzido e dobrado sob o abdome¹³. Sabe-se que esses animais vivem em média três anos¹⁴, podem reproduzir-se durante o ano todo, mas concentram esta atividade nos meses mais frios, dependendo da espécie¹⁵. Alimentam-se preferencialmente de detritos vegetais, como folhas que caem da vegetação ciliar, além de larvas de insetos e partes de outros animais (por exemplo, peixes). Em função de suas preferências por material de origem vegetal, são considerados importantes elos nas cadeias tróficas de ambientes aquáticos¹⁶.

Os caranguejos verdadeiros, presentes em águas continentais da América do Sul, estão reunidos em duas famílias: Trichodactylidae (24 espécies) e Pseudothelphusidae (9 espécies). Destas, apenas Trichodactylidae ocorre no Rio Grande do Sul. Os caranguejos desta família são de pequeno e médio porte, com espécies cuja largura da carapaça varia, em média, de 15 a 90mm¹⁷. As carapaças apresentam ainda forma subquadrada a subcircular, ligeiramente mais larga do que comprida.

A espécie encontrada na região de Santa Maria é a *Trichodactylus panoplus* (von Martens, 1869) (figura 1c), registrada para o sul do Brasil, Uruguai e Argentina. A biologia dos caranguejos de água doce é pouco estudada. São considerados onívoros e o desenvolvimento é direto.

Em geral apresentam hábitos noturnos, permanecendo escondidos em tocas durante o dia, ou entre a vegetação aquática, ou ainda sob pedras e troncos¹⁸.

¹⁸ MAGALHÃES, C. Famílias Pseudohelphusidae e Trichodactylidae. In: MELO, G. A. S. *Manual de identificação dos Crustacea Decapoda, de água doce do Brasil*. São Paulo: Editora Loyola, 2003. p. 143-287.



Figura 1: Crustáceos Decapoda do município de Santa Maria: a = *Parastacus brasiliensis*, b = *Aegla longirostri*, c = *Trichodactylus panoplus*. (Fotografia: Sandro Santos)

¹⁹ ARAÚJO, P. B. Subordem Oniscidea. In: BUCKUP, L. & BOND-BUCKUP, G. *Os crustáceos do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 1999. p. 237-256.

²⁰ SANTOS, S. Crustáceos In: ITAQUI, J. (org.). *Quarta Colônia... Op. cit.* ARAÚJO, P. B. Subordem Oniscidea. In: BUCKUP, L. & BOND-BUCKUP, G. *Os crustáceos... Op. cit.*

²¹ ARAÚJO, P. B. Subordem Oniscidea. In: BUCKUP, L. & BOND-BUCKUP, G. *Os crustáceos... Op. cit.*

No Rio Grande do Sul são encontradas 20 espécies de tatuzinhos, as quais estão distribuídas em 8 famílias¹⁹. Muitas destas espécies são exóticas, foram espalhadas pelo homem em diversos continentes. Vivem em pátios de residências, como *Armadillidium vulgare* (Latreille, 1804) e *Balloniscus sellowii* (Brandt, 1833), ambas presentes na região de Santa Maria²⁰. A principal característica morfológica dos tatuzinhos-de-jardim é o corpo achatado dorso-ventralmente. A cabeça tem a forma de um escudo e as placas do exoesqueleto (tergitos) dos segmentos torácicos e abdominais tendem a projetar-se lateralmente²¹.

A fauna de crustáceos Decapoda e Isopoda da região de Santa Maria tem recebido maior atenção apenas a partir dos últimos dez anos. Com o desenvolvimento dos projetos

que estão em andamento, assim como de outros que ainda serão implantados, espera-se ampliar o número das espécies conhecidas.

Moluscos

A malacofauna aquática de Santa Maria é bem diversificada, em virtude da sua localização geográfica, numa área de “contato” de duas bacias hidrográficas importantes do ponto de vista malacológico, a do Uruguai e a do Jacuí, as quais apresentam algumas diferenças no que se refere às espécies que possuem. Não existem levantamentos específicos sobre os moluscos do município, mas um estudo feito no rio Ibicuí-Mirim (bacia do rio Uruguai), nos arredores de Santa Maria, menciona a ocorrência de 31 espécies²². Na bacia do rio Jacuí, também nas proximidades do município, 22 espécies foram encontradas²³. A diversidade de moluscos terrestres na região ainda é pouco conhecida.

De maneira, geral, os moluscos de água doce citados para o Rio Grande do Sul aparecem tanto em rios como em lagos, banhados e açudes, embora possam apresentar preferências²⁴. Já as espécies terrestres são encontradas em árvores, arbustos e ervas e, também, no solo, ocultas sob pedras e troncos e, ainda, no folhicho ou enterradas. Muitas são pragas de plantações. Os moluscos aquáticos são importantes na cadeia alimentar. Bivalves são consumidores de fitoplâncton e, graças à filtragem da água, podem ser responsáveis por deixá-la clara²⁵. Os gastrópodes alimentam-se de vegetação aquática, principalmente do perifíton, mantendo a densidade do mesmo²⁶. Formas jovens e espécies pequenas estão entre os principais itens da alimentação de várias espécies de peixes. Apesar de seu papel ecológico, os moluscos límnicos figuram entre os animais mais ameaçados de extinção no mundo²⁷. Atividades humanas, como o desmatamento e suas consequências, a poluição e a introdução de espécies exóticas, bem como o aquecimento global, estão entre as causas do declínio da malacofauna mundial. O represamento das águas é a principal causa da extinção de mexilhões de água doce, devido à exclusão de peixes dispersores das formas jovens²⁸. O desmatamento, por sua vez, afeta principalmente as espécies terrestres. Além disso, espécies de água doce e terrestres costumam apresentar alto grau de endemismo, o que agrava a situação. No Rio Grande do Sul, a questão também é preocupante²⁹. Cabe salientar que algumas espécies têm importância médico-veterinária por serem vetoras de doenças.

- ²² INDRUSIAK, L. F. Inventário da fauna malacológica do rio Ibicuí-Mirim, RS. *Ciência e Natura*, v. 5, p. 127-134, 1983
- ²³ KOTZIAN, C. B.; INDRUSIAK, L. F.; SIMÕES, R. I. & SPIES, M. R. Moluscos. In: ITAQUI, J. (org.). *Quarta Colônia: Inventários Técnicos*. Santa Maria: Condesus Quarta Colônia, 2002. p. 169-174.
- ²⁴ KOTZIAN, C. B. & SIMÕES, M. G. Taphonomy of recent freshwater molluscan death assemblages, Touro Passo Stream, southern Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, v. 9, n. 2, p. 243-260, 2006.
- ²⁵ McMAHON, R. F. & BOGAN, A. E. Mollusca: Bivalvia. In: THORP, J. H. & COVICH, A. P. *Ecology and classification of North American Freshwater Invertebrates*. San Diego: Academic Press, 2001. p. 331-429.
- ²⁶ BROWN, M. K. Mollusca: Gastropoda. In: THORP, J. H. & COVICH, A. P. *Ecology and classification of North American Freshwater Invertebrates*. San Diego: Academic Press, 2001. p. 297-329.
- ²⁷ RICCIARDI, A. & RASMUSSEN, J. B. Extinction rates of North American freshwater fauna. *Conservation Biology*, v. 13, n. 5, p. 1220-1222, 1999.
- ²⁸ SEDDON, M. *Molluscan biodiversity and the impacts of large dams*. Disponível em <http://www.dams.org/docs/kbase/contrib/env242.pdf> (acessado em 3/6/2008).
- ²⁹ MANSUR, M. C.; HEYDRICH, I.; PEREIRA, D.; RICHINITTI, L. M. Z.; TARASCONI, J. C. & RIOS, E. C. Moluscos. In: FONTANA, C. S.; BENCKE, G. A. & REIS, R. E. (orgs.). *Livro vermelho da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul*, 2001, p. 49-71.

Nos rios e riachos da região de Santa Maria, os caracóis mais comuns são os pequenos *Potamolithus* (figura 2a), que têm preferência por águas com correnteza, bem oxigenadas, e por substrato rochoso. As espécies do gênero são numerosas, mas pouco estudadas. Aparentemente existem várias espécies endêmicas e de distribuição localizada³⁰, que podem estar ameaçadas de extinção, devido à construção de barragens. *Chilina*, embora seja endêmica do sul da América do Sul³¹, é pouco comum na região e ocorre preferencialmente em fundos pedregosos.

Entre os bivalves, os mexilhões de água doce surgem nas áreas mais baixas dos rios, principalmente nas confluências, onde há maior acúmulo de silte e detritos. De todos os bivalves, estes são os mais ameaçados no Rio Grande do Sul. Na região de Santa Maria, constam no “Livro Vermelho”: *Diplodon koseritzi* (Clessin, 1888), *Anodontites iberingi* (Clessin, 1882), *A. ferrarisi* (d’Orbigny, 1835), *Fossula fossiculifera* d’Orbigny, 1835 (figura 2b), *Leila blainvilliana* (Lea, 1834) (figura 2c), *Monocondylaea paraguayana* d’Orbigny, 1835 e *Mycetopoda legumen* (Martens, 1888)³². Entre as espécies invasoras, destacam-se espécies do bivalve asiático do gênero *Corbicula*, como *C. fluminea* (Müller, 1774) (figura 2d)³³. Tem-se atribuído a esta espécie o declínio e a expulsão da espécie nativa *Cyanocyclas limosa* (Maton, 1809), antes comum no Estado, mas agora cada vez mais rara.

Nos açudes e charcos, os gêneros *Biomphalaria*, *Drepanotrema*, *Stenophysa* e *Lymnaea* são frequentes, sendo os adultos muito resistentes a períodos prolongados de dessecação e a variações extremas de temperatura, devido à capacidade de dormência e estivação³⁴. Além disso, toleram pH levemente ácido e pouca quantidade de cálcio dissolvido. Destes caracóis, o mais comum é *Biomphalaria*, nativo da América do Sul, mas hoje invadindo outras áreas. Sua importância deve-se às espécies vetoras da esquistossomose, doença conhecida popularmente por barriga d’água. As três espécies vetoras no Brasil já foram registradas no estado³⁵, mas na região de Santa Maria é assinalada apenas *B. tenagophila* (D’Orbigny, 1835), a bionfalária gigante (figura 2e). Até o momento, não há registro de pessoas doentes na área, portanto, a espécie oferece pouco risco à população. *Pomacea canaliculata* (Lamarck, 1804) também é um gastrópode comum na região (figura 2f). Trata-se de um caracol grande, com opérculo, que põe ovos em plantas aquáticas como o junco, rente ao nível da água. Os ovos são rosados e colocados em grupos, lembrando um cacho de uva, que os confun-

³⁰ SIMONE, L. R. L. Moluscos gastrópodos. In: JOLY, C. A. & BICUDO, C. E. M. (eds.) *Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX, 4: Invertebrados de água doce*. São Paulo: FAPESP, 1999. p. 69-72

³¹ LANZER, R. *Chilina* (Basommatophora, Chiliniidae) nas lagoas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil: concha, rádula, habitat e distribuição. *Iheringia*, Ser. Zoologia, v. 82, p. 93-106, 1997.

³² MANSUR, M. C. et al. Moluscos. In: FONTANA, C. S.; BENCKE, G. A. & REIS, R. E. (orgs.). *Livro vermelho... Op. cit.*

³³ MANSUR, M. C. et al. Moluscos. In: FONTANA, C. S.; BENCKE, G. A. & REIS, R. E. (orgs.). *Livro vermelho... Op. cit.*

³⁴ BROWN, M. K. *Op. cit.*

³⁵ TEIXEIRA, C. G.; ANJOS, C. B.; OLIVEIRA, V. C.; VELLOSO, C. F. P.; FONSECA, M. B. S.; VALAR, C.; MORAES, C.; GARRIDO, C. T. & AMARAL, R. S. Identification of a transmission focus of *Schistosoma mansoni* in the southern most Brazilian State, Rio Grande do Sul. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 94, n. 1, p. 9-10, 1999.

de com ovos de sapos. Esse caracol é muito consumido pelo gavião caramujeiro, que ao voar carrega a concha com o bico.

Os bivalves também podem ser encontrados em açudes e charcos, mas de maneira geral são mais raros. Entre os mais comuns, está *Pisidium punctiferum* (Guppy, 1867), uma espécie muito pequena, que pode ocorrer em grande densidade. Esses bivalves têm preferência por substratos finos, nos quais se enterram³⁶, sendo também muito resistentes à dessecação. Mais raros nesse tipo de ambiente são os mexilhões de água doce, os quais necessitam de condições especiais para sobreviver. Geralmente ficam enterrados, mas, nos períodos de seca, deslocam-se para regiões mais profundas. Nesses momentos podem ficar presos na vegetação marginal, quando morrem.

³⁶ MANSUR, M. C. D.; ANFLOR-DE-OLIVEIRA, L. M. & ALMEIDA-CAON, J. E. M. *Pisidium punctiferum* (Bivalvia, Sphaeriidae) – dados ecológicos e densidade populacional no Arroio Bom Jardim, Rio Grande do Sul, Brasil. *Biociências*, v. 9, n. 1, p. 81-97, 2001.



Figura 2: Moluscos aquáticos da região de Santa Maria: 2a – *Potamolithus*, 2b – *Fossula fossiculifera*, 2c – *Leila blainvilliana*, 2d – *Corbicula fluminea*, 2e – *Biomphalaria tenagophila*, 2f – *Pomacea canaliculata*. (Fotografia: Carla Bender Kotzian)

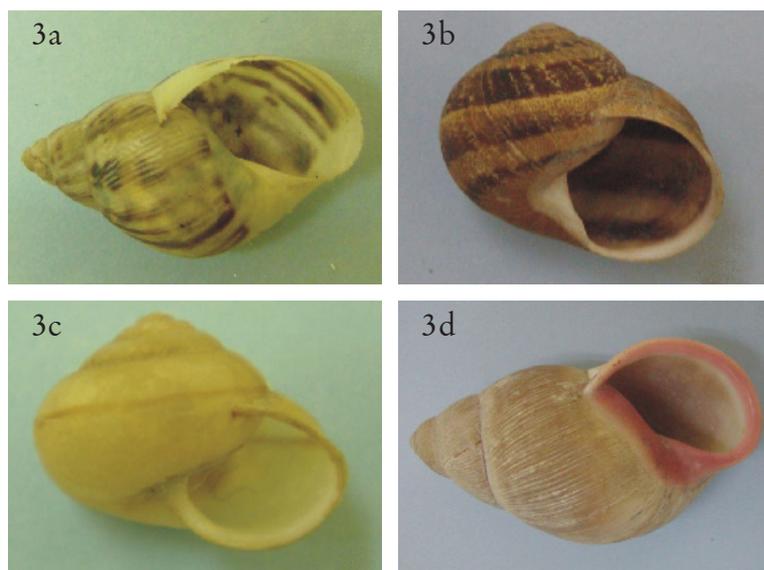


Figura 3: Moluscos terrestres da região de Santa Maria: 3a – *Drymaeus*, 3b – *Helix aspersa*, o escargot, 3c – *Bradybaena similaris*, 3d – *Megalobulimus*, o aruá. (Fotografia: Carla Bender Kotzian)

Geralmente ativos em períodos úmidos, os moluscos terrestres ficam imóveis e escondidos no interior de suas conchas durante as épocas de temperaturas extremamente frias, ou quentes e de seca. Das espécies que ocorrem em árvores ou outras superfícies verticais, é comum na região o gênero *Drymaeus*, notável pelo aspecto rajado de sua concha (figura 3a). *Simpulopsis*, que possui concha córnea, muito fina, também pode ser observado nas árvores. Mas, é no solo que há o maior número dos caracóis terrestres da região. Uma malacofauna muito rica, constituída por formas microscópicas, ocorre no folhiço ou na serapilheira de várias regiões do Estado, embora tais espécies sejam ainda pouco conhecidas³⁷. Nos jardins de várias residências em Santa Maria, é comum se deparar com uma espécie grande, de concha escura, chamada *Helix aspersa* Müller, 1774 (figura 3b). Esse caracol, também conhecido como *escargot*, foi trazido da Europa para comercialização como alimento. Também é exótica a espécie *Bradybaena similaris* (Férrusac, 1821), que possui concha menor e de coloração amarela (figura 3c) e, igualmente, pode ser encontrada nos jardins, sob troncos e galhos caídos. Certas lesmas como *Limax* e *Deroceras*, comuns no município, são invasoras, assim como outros caracóis pequenos e menos familiares. Um caramujo terrestre nativo, com concha grande e branca, o gênero

³⁷ THOMÉ, J. W.; ARRUDA, J. O. & SILVA, L. F. Moluscos terrestres no Cone Meridional da América do Sul: diversidade e distribuição. *Ciência & Ambiente* v. 35, p. 9-28, 2007.

Megalobulimus (figura 3d), está se tornando muito raro. Atualmente, apenas a concha deste aruá costuma ser vista nas matas de Santa Maria. Também a espécie *Megalobulimus proclivis* (Martens, 1888) está em perigo de extinção no Estado³⁸, da mesma forma que *Rectartemon depressus* (Heynemann, 1868), encontrada no folhíço e caracterizada por possuir corpo amarelado e hábito carnívoro.³⁹ Outro gênero importante na região, comum nas margens de rios, lagos e charcos, é *Omalonyx*⁴⁰. Lembra uma lesma, mas possui concha externa, pequena e rasa. Cabe salientar que, no Rio Grande do Sul, a lesma nativa *Phyllocaulis variegatus* (Semper, 1885), grande e de coloração escura, é vetora de *Anglostrongylus costaricensis*, verme que causa a angiostrongilíase abdominal, doença que tem como sintomas dores abdominais recorrentes e febre⁴¹.

Borboletas

As borboletas, juntamente com as mariposas, são insetos da Ordem Lepidoptera, a segunda mais rica em número de espécies de todos os animais (146.277 espécies descritas⁴²). Seu ciclo de vida é considerado completo (holometábolo⁴³) e inicia com um estágio de ovo (imóvel e geralmente colocado em algum substrato pela fêmea adulta), seguido de um estágio de larva (móvel e com grande crescimento graças à alimentação fitófaga na maioria dos casos), e depois por um estágio de crisálida (imóvel mas com grandes transformações internas para a vida adulta), ao qual se sucede finalmente o estágio adulto ou imago (móvel e com alimentação líquida, graças ao desenvolvimento de um órgão bucal adaptado, chamado de espiro-tromba ou probóscide)⁴⁴.

Na sua forma adulta, as borboletas são organismos alados diurnos, encontradas principalmente nas horas mais quentes do dia. Alimentam-se de néctar ou então de líquidos provenientes de secreções de plantas, frutos fermentados e até dejetos ou carcaças⁴⁵. Apesar de minoria dentro dos lepidópteros (12% do total de espécies da ordem⁴⁶), são carismáticas por atraírem atenção para a beleza de seus movimentos, padrões de cores e ornamentação de suas asas, devido à presença de diminutas escamas coloridas na superfície das mesmas.

Possuem ciclos de vida curtos (1 a 3 meses, em média), podendo ser criadas em cativeiro e/ou amostradas na natureza, através do uso de redes entomológicas ou armadilhas com iscas⁴⁷ (sem que sofram danos e/ou necessidade de sacrifício). Em relação a sua ecologia, participam de uma série de processos nas comunidades, como polinização, predação, decomposição, parasitismo e herbivoria, dentre ou-

³⁸ MANSUR, M. C. et al. *Op. cit.*

³⁹ MANSUR, M. C. et al. *Op. cit.*

⁴⁰ THOMÉ, J. W.; GOMES, S. R. & PICANÇO, J. B. *Guia ilustrado. Os caracóis e as lesmas dos nossos bosques e jardins*. Pelotas: USEB, 2006

⁴¹ GRAEFF-TEIXEIRA, C.; CAMILLO-COURA, L. & LENZI, H. L. Clinical and epidemiological aspects of abdominal angiostrongyliasis in southern Brazil. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, v. 33, n. 5, p. 373-378, 1991.

⁴² HEPPNER, J. B. Faunal regions and the diversity of Lepidoptera. *Tropical Lepidoptera*, v. 2, n. 1, p. 1-85, 1991.

⁴³ BORROR, D. J.; TRIPLEHORN, C. A. & JOHNSON, N. F. *An introduction to the study of insects*. 6. ed. Philadelphia: Saunders College Publishing, 1989. 875 p.

⁴⁴ BORROR, D. J.; TRIPLEHORN, C. A. & JOHNSON, N. F. *Op. cit.*

⁴⁵ BROWN Jr., K. S. & FREITAS, A. V. L. Lepidoptera. In: BRANDÃO, C. R. F. & CANCELLO, E. M. (eds.). *Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil. Invertebrados terrestres*. São Paulo: FAPESP, 1999. p. 227-243.

⁴⁶ BROWN Jr., K. S. & FREITAS, A. V. L. *Op. cit.*

⁴⁷ BROWN Jr., K. S. & FREITAS, A. V. L. *Op. cit.*

⁴⁸ BROWN Jr., K. S. & FREITAS, A. V. L. *Op. cit.*

⁴⁹ FREITAS, A. V. L.; LEAL, I. R., UEHARA-PRADO, M. & IANNUZZI, M. Insetos como indicadores de conservação da paisagem. In: ROCHA, C. F. D.; BERGALLO, M.; VAN SLUYS, M. & ALVES, M. A. S. (eds.). *Biologia da conservação: essências*. Rio de Janeiro: RIMA, 2006. p. 357-384.

⁵⁰ LAMAS, G. Checklist: Part 4A. Hesperioidea – Papilionoidea. In: HEPPNER, J. B. (ed.). *Atlas of Neotropical Lepidoptera 5A*. Gainesville: Association for Tropical Lepidoptera, 2004. 439 p.

⁵¹ BROWN Jr., K. S. & FREITAS, A. V. L. *Op. cit.*

⁵² MORAIS, A. B. B.; ROMANOWSKI, H. P.; ISEHARD, C. A.; MARCHIORI, M. O. O. & SEGUÍ, R. *Op. cit.*

⁵³ LINK, D.; BIEZANKO, C. M.; TARRAGÓ, M. F. & CARVALHO, S. Lepidoptera de Santa Maria e arredores. I: Papilionidae e Pieridae. *Revista do Centro Ciências Rurais*, v. 7, n. 4, p. 381-389, 1977.

LINK, D.; BIEZANKO, C. M.; TARRAGÓ, M. F. & CARVALHO, S. Lepidoptera de Santa Maria e arredores. II: Morphidae e Bransolidae. *Revista do Centro Ciências Rurais*, v. 10, n. 2, p. 191-195, 1980.

SCHWARTZ, G. & DI MARE, R. A. Diversidade de quinze espécies de borboletas (Lepidoptera: Papilionidae) em sete comunidades de Santa Maria, RS. *Ciência Rural*, v. 3, n. 49-55, 2001.

DESSUY, M. B. & MORAIS, A. B. B. Diversidade de borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) em fragmentos de floresta estacional decidual em Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 24, n. 1, p. 108-120, 2007.

SACKIS, G. D.; MORAIS, A. B. B. Borboletas (Lepi-

tros. Por todos esses motivos e ainda por constituírem um grupo com a sistemática razoavelmente definida, as borboletas são usadas como modelo em uma série de estudos teórico-práticos em Biologia, dentro das áreas de comportamento animal (mimetismo, territorialidade, migração), ecologia (competição, herbivoria, polinização), fisiologia (termorregulação), bioquímica (processos metabólicos, defesas químicas), biogeografia (origem e distribuição de espécies), genética e evolução (especiação, filogenia), dentre outras⁴⁸. Finalmente, por estarem ainda muito associadas aos recursos (luz, umidade, plantas hospedeiras para as lagartas, alimento para os adultos) dos habitats em que vivem, alguns grupos são utilizados como indicadores ambientais⁴⁹.

As borboletas estão presentes nos habitats terrestres de quase todo mundo, atingindo sua maior riqueza de espécies e abundâncias de indivíduos nas regiões tropicais. De um número total estimado em 18.000 espécies, 8.400 a 8.700⁵⁰ estariam presentes na região Neotropical (México e Américas Central e do Sul). Apenas no Brasil, já foram identificadas até o momento 3.268 espécies⁵¹, através de estudos realizados principalmente nas regiões Norte, Centro e Sudeste. O número de pesquisas envolvendo inventários padronizados de borboletas ainda é pequeno no Sul do Brasil e no Rio Grande do Sul, em particular, mas já existe uma estimativa mínima atualizada de 476 espécies para o estado gaúcho⁵². Desse total, Santa Maria estaria bem representada, pois a estimativa de registro é de pelo menos 200 espécies no município⁵³, o que equivale a quase 50% da riqueza de espécies conhecidas para o estado.

Em relação a sua sistemática, estão subdivididas em seis famílias. 1) A família *Hesperiidae* é bastante numerosa e seus representantes, conhecidos como “diabinhos”, são borboletas de vôo rápido, errático e vigoroso, possuindo cores geralmente marrons ou pardas e cujas antenas são típicas, com o ápice engrossado em forma semelhante a um taco de golfe⁵⁴. 2) *Papilionidae* abrange borboletas comuns em parques urbanos e jardins, familiares por seu tamanho grande e cores preta, amarela e vermelha, além da presença de um tipo de cauda ou prolongamento nas asas posteriores de algumas espécies.⁵⁵ 3) *Pieridae* compreende borboletas de tamanho variado e coloração geralmente branca ou amarela, que podem voar bem alto; algumas espécies são migratórias⁵⁶. 4) *Lycaenidae* e 5) *Riodinidae* incluem espécies cujas larvas são consideradas carnívoras por viverem associadas a algumas espécies de formigas. Os adultos dessas famílias são de tamanho pequeno e cores variadas, incluindo verdes e azuis

doptera: Hesperioidea e Papilionoidea) do campus da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul. *Biota Neotropica*, v. 8, n. 1, p. 21-28, 2008.

⁵⁴ BROWN Jr., K. S. & FREITAS, A. V. L. *Op. Cit.*

⁵⁵ BROWN Jr., K. S. & FREITAS, A. V. L. *Op. cit.*

⁵⁶ BROWN Jr., K. S. & FREITAS, A. V. L. *Op. cit.*

⁵⁷ BROWN Jr., K. S. & FREITAS, A. V. L. *Op. cit.*

⁵⁸ BROWN Jr., K. S. & FREITAS, A. V. L. *Op. cit.*

⁵⁹ BROWN Jr., K. S. Borboletas da Serra do Japi: diversidade, habitats, recursos alimentares e variação temporal. In: MORELLATO, L. P. C. (org.). *História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil*. Campinas: Editora da UNICAMP/FAPESP, 1992. p. 142-186.

iridescentes⁵⁷. 6) Por fim, a família *Nymphalidae*, também muito numerosa, é aquela com a maior quantidade de espécies e grande variação de forma, tamanho, coloração e comportamento; algumas são consideradas indicadoras de ambientes preservados e outras, de ambientes degradados⁵⁸.

Segue-se a descrição de algumas espécies mais comuns em Santa Maria, com informações de sua história natural, conforme Brown Jr.⁵⁹:

1) *Dryas iulia alcionea* (Cramer, 1779), Nymphalidae – conhecida popularmente como “fogo no ar”, é encontrada em toda região neotropical, sendo uma das espécies mais abundantes do Rio Grande do Sul. Voa rápido, a média altura, nas bordas de floresta perturbada, mas pode ser vista em vários outros tipos de habitats. Os adultos alimentam-se de néctar e as lagartas de *Passiflora* (maracujá).

2) *Junonia evarete* (Cramer, 1779), Nymphalidae – conhecida como “olho de pavão diurno”, espécie neotropical, também se inclui entre as mais abundantes do estado. Agressiva, com vôo baixo e rápido, está presente em lugares secos, abertos e ensolarados, onde pousa seguidamente com as asas abertas sobre o chão ou vegetação herbácea, nas horas mais quentes do dia. Pode ser migratória, ocorrendo em grande número no início do outono. Os adultos alimentam-se de néctar de pequenas flores silvestres e as lagartas, de *Stachytarpheta* (“gervão”).

3) *Anartia amathea roeselia* (Eschscholtz, 1821), Nymphalidae (figura 4) – conhecida como “alemão”, é neotropical e bastante comum no Brasil e no Rio Grande do Sul. Encontrada principalmente em lugares úmidos e brejosos, sombrios e até mesmo locais perturbados, alimentam-se de néctar e podem pousar de asas abertas no solo ou sobre a vegetação. As lagartas alimentam-se de várias espécies de acantáceas, como *Ruellia* (“ruélia”) e *Justicia* (“justícia”, “camarão”).

4) *Phoebis philea philea* (Linnaeus, 1763), Pieridae – ou “gema”, seus adultos são migratórios e podem agrupar-se à beira de poças ou riachos, em busca de água e sais minerais. Apresentam dimorfismo sexual (as fêmeas possuem coloração diferente dos machos). Alimentam-se de néctar de flores de plantas de jardim ou silvestres e as lagartas são observadas em algumas espécies de leguminosas como *Senna* (“cássia”, “fedegoso”).

5) *Heraclides thoas brasiliensis* (Rothschild & Jordan, 1906), Papilionidae – conhecida como “grande caixão de defunto”, “espia-só” ou “papílio”, vive em todo o Brasil, praticamente em todo tipo de habitat, desde matas até regiões abertas e

ambientes perturbados. Os adultos são grandes, mostrando prolongamentos das asas posteriores (de onde vem o nome popular dessa família: “borboletas rabo-de-andorinha”). Alimentam-se de néctar de flores como *Lantana* (“cambará”) e *Hibiscus* (“hibisco”), enquanto as lagartas são encontradas em diversas espécies de arbustos e árvores nativas (*Piper*, *Esenbeckia* – “guarantã” e *Zanthoxylum* – “mamica-de-porca”) ou cultivadas (*Citrus*). É uma das borboletas mais conhecidas devido a sua ocorrência em parques e jardins.



Figura 4: *Anartia amathea roeselia*. (Eschscholtz, 1821).
(Fotografia: Dinah Pathek)

6) *Pyrgus orcus* (Stoll, 1780), Hesperiiidae – ou “xadrezinho”, é muito comum em campos, habitats abertos ou perturbados, em todo o estado gaúcho. Os adultos são pequenos, caracterizando-se pelo vôo baixo, rápido e saltitante. As fêmeas geralmente possuem coloração mais escura que os machos e colocam ovos em diversas espécies de malváceas como *Sida* (“guanxuma”), *Hibiscus* (“hibisco”) e *Malva* (“malva”), dentre outras. Alimentam-se de néctar de flores silvestres.

7) *Morpho aega aega* (Hübner, [1822]), Nymphalidae – conhecida como “telão de seda azul”, “seda azul”, “corcovado” ou “azulão”, aparece principalmente nos meses de dezembro a março. Com tamanho grande e vôo ondulante, é encontrada principalmente em trilhas e caminhos estreitos mais sombreados, característicos dos morros da cidade de Santa Maria. Os adultos alimentam-se de frutos fermentados no solo e as lagartas, com folhas de taquaras nativas. Apesar de não ser considerada como espécie ameaçada de extinção, a coloração azul metálica das asas dos machos faz com que sejam caçados para confecção de bijuterias e outros objetos de artesanato.

Peixes

Os peixes constituem o maior grupo entre os vertebrados, com a estimativa de existência de 33.000 espécies⁶⁰. Destas, pouco mais de 6.000 são peixes de água doce, com ocorrência na região neotropical⁶¹. O Brasil é o país com a maior biodiversidade de peixes de água doce: contam-se cerca de 2.600 espécies⁶². Para o Rio Grande do Sul são listadas aproximadamente 325 espécies, algumas das quais ainda não descritas. A cada ano esse número aumenta, conforme os pesquisadores descrevem novas espécies – à medida que novas áreas são exploradas, como as cabeceiras dos rios – ou conforme grupos de difícil identificação são melhor estudados. A fauna marinha do estado é composta por cerca de 300 espécies⁶³.

Bastante diversificados quanto aos hábitos alimentares, comportamentais e estratégias reprodutivas, os peixes habitam os mais variados ambientes. Algumas espécies representam importantes recursos pesqueiros e/ou para fins de piscicultura. Outras, de menor porte, são espécies forrageiras desempenhando importante papel no ecossistema e servindo de alimento para várias espécies de vertebrados.

Santa Maria situa-se entre as duas principais bacias hidrográficas do Rio Grande do Sul, pois possui trechos dos rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim, afluentes do rio Jacuí e componentes do Sistema da Laguna dos Patos em direção leste. De outro lado, o rio Ibicuí-Mirim, um dos formadores do rio Ibicuí, o maior afluente do rio Uruguai em trecho brasileiro.

O primeiro registro de coleta de peixes em Santa Maria ocorreu provavelmente entre 27 e 31 de janeiro de 1909, coleta realizada por John D. Haseman (Expedição do Carnegie Museum para a América do Sul e Central), em um trecho rochoso e de águas claras do rio Vacacaí-Mirim, localizado ao norte da cidade⁶⁴.

Muitos anos depois, pesquisadores da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) realizaram coletas no rio Ibicuí-Mirim, onde registraram 81 espécies⁶⁵. Entretanto, algumas dessas espécies só ocorreram nos pontos mais distantes fora da área do município. Coletas esporádicas no rio Vacacaí, açudes e barragens da região também foram feitas por pesquisadores da mesma universidade⁶⁶, que também exploraram o rio Vacacaí-Mirim, listando 53 espécies para este rio. Um dos pontos de amostragem situava-se na Barragem do Vacacaí-Mirim – onde 22 espécies foram listadas; o outro, no Distrito de Arroio do Só – onde 45 espécies foram registradas.

⁶⁰ VARI, R. P. & MALABARBA, L. R. Neotropical Ichthyology: An overview. In: MALABARBA, L. R.; REIS, R. E.; VARI, R. P.; LUCENA, Z. M. S. & LUCENA, C. A. S. (eds.). *Phylogeny and classification of Neotropical Fishes*. Porto Alegre: Edipucrs, 1998. 603 p.

⁶¹ REIS, R. E.; KULLANDER, S. O. & FERRARIS Jr., C. J. (orgs.). *Check list of the freshwater fishes of South and Central America*. Porto Alegre: Edipucrs, 2003. 742 p.

⁶² BUCKUP, P. A.; MENEZES, N. A. & GHAZZI, M. S. (eds.). *Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil*. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2007. 195 p.

⁶³ REIS, R. E.; LUCENA, Z. M. S.; LUCENA, C. A. S. & MALABARBA, L. R. Peixes. In: FONTANA, C. S.; BENCKE, G. A. & REIS, R. E. (orgs.). *Livro vermelho da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Edipucrs, 2003. p. 117-145.

⁶⁴ MALABARBA, L. R. Histórico sistemático e lista comentada das espécies de peixes de água doce do sistema da Laguna dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil. *Commun. Mus. Ciênc. PUCRS*, v. 2, n. 8, p. 107-179, 1989.

⁶⁵ WEIS, M. L. C.; BOSSEMEYER, I. M. K. & BIER, M. L. S. Inventário da fauna ictiológica do rio Ibicuí-Mirim, RS. *Ciência & Natura*, v. 5, p. 135-152, 1983.

⁶⁶ BEHR, E. R. & BALDISSE-ROTTA, B. Comparação da ictiofauna em três locais do rio Vacacaí-Mirim, Rio Grande do Sul, Brasil. *Commun. Mus. Ciênc. PUCRS*, v. 7, p. 167-178, 1994.

Recentemente, um projeto financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul (FAPERGS) permitiu a realização de amostragens no rio Vacacaí. Esse projeto integrou pesquisadores de vários laboratórios da UFSM e teve como objetivo principal estudar a piava (*Leporinus obtusidens*). Um dos pontos de amostragem foi próximo à ponte do Passo do Verde, onde foram registradas cerca de 50 espécies. Considerando que algumas espécies são comuns aos vários locais amostrados, pode-se afirmar que a ictiofauna do município possui, pelo menos, 75 espécies. Se considerarmos as carpas (capim, cabeça-grande, prateada, húngara) e a tilápia-do-nylo, que frequentemente escapam de tanques de piscicultura e açudes, este número pode chegar a 80 espécies. Embora os escapes sejam frequentes, não são conhecidas populações estabelecidas nos ambientes naturais. A pesca consciente e responsável, bem como a fiscalização por parte das autoridades competentes podem contribuir para a manutenção da biodiversidade de peixes do município.

⁶⁷ REIS, R. E. *et al.* *Op. cit.*

No Rio Grande do Sul há 28 espécies de peixes ameaçadas⁶⁷ e, dessas, três já foram registradas em Santa Maria ou áreas limítrofes: o dourado *Salminus brasiliensis* e os peixes-anaís *Austrolebias ibicuiensis* e *Austrolebias cyaneus*.

A seguir, breve comentário sobre a história de vida de algumas espécies de peixes de água-doce que ocorrem na região.

1) Traíra – *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794)

Trata-se de um animal rústico muito conhecido, que prefere ambientes de águas paradas e possui ampla distribuição geográfica. A traíra é carnívora, alimentando-se preferencialmente de peixes, que algumas vezes alcançam metade do seu tamanho. Possui dentes afiados para segurar as presas. Escolhe águas paradas para a reprodução e apresenta várias desovas durante o período reprodutivo. Na primavera o casal constrói o ninho em águas rasas, onde o macho cuida dos ovos. Neste período é comum dizer-se que as traíras estão “no choco”. Muitas vezes são mortas pelos pescadores nesta situação, deixando a desova desprotegida dos predadores. O número exato de espécies e sua diferenciação é bastante confusa. Aparentemente há várias espécies não-descritas⁶⁸. Por sua carne saborosa, é um dos peixes de água doce preferido.

Apesar de várias características desejáveis, a produção de alevinos para fins de piscicultura exige bem mais esfor-

⁶⁸ MENEZES, N. A.; WEITZMANN, S. H.; OYKAWA, O. T.; LIMA, F. C. T. de; CASTRO, R. M. C. & WEITZMANN, M. J. *Peixes de água doce da Mata Atlântica: lista preliminar das espécies e comentários sobre conservação de peixes de água doce neotropicais*. São Paulo: Museu de Zoologia – Universidade de São Paulo. 2007. 408 p. il.

ços do que outras espécies. Por ser carnívora, ocorre canibalismo desde as primeiras fases da alevinagem. Outro fator que dificulta a sua produção é a baixa resposta à reprodução induzida. Isto faz com que poucas estações de piscicultura produzam alevinos, o que explica preços mais elevados do que os das outras espécies (o mesmo ocorre a outros peixes carnívoros, como o dourado – figura 5 – e o surubim).



Figura 5: Exemplar de *Salminus brasiliensis* (Cuvier, 1816), dourado. (Fotografia: Everton Behr)

2) Peixe-anual – *Austrolebias ibicuiensis* (Costa, 1999)

Esta é uma das espécies mais interessantes do ponto de vista de conservação na região de Santa Maria. Foi descrita em 1999 pelo ictiólogo Wilson Costa⁶⁹ a partir de peixes que haviam sido coletados em 1982, nas imediações da ponte sobre o rio Ibicuí-Mirim, por pesquisadores da UFSC no decorrer de um inventário da ictiofauna daquele rio⁷⁰. Anos mais tarde, após algumas tentativas frustradas de encontrar a espécie, a mesma foi redescoberta nas várzeas do rio Toropi⁷¹. A localidade-tipo e este novo sítio são os únicos locais onde *A. ibicuiensis* foi registrada. No Rio Grande do Sul sua categoria de ameaça é “criticamente em perigo”⁷².

Os peixes-anuais possuem uma característica reprodutiva muito particular: os ovos são capazes de resistir durante vários meses no solo completamente seco. A maturidade sexual é alcançada rapidamente, fazendo com que antes da estação seca seguinte já tenham depositado seus ovos. Isto faz com que possam ocupar poças temporárias, daí o

⁶⁹ COSTA, W. J. E. M. *Cynolebias ibicuiensis*, a new annual fish from the rio Ibicuí basin, southern Brazil (Cyprinodontiformes: Rivulidae). *Rev. Franç. Aquariol.*, v. 25, p. 92-94, 1999.

⁷⁰ WEIS, M. L. C.; BOSSEMEYER, I. M. K. & BIER, M. L. S. *Op. cit.*

⁷¹ COSTA, W. J. E. M. *Peixes Anuais Brasileiros: diversidade e conservação*. Curitiba: Ed. da UFPR, 2002. 240 p. il.

⁷² REIS, R. E. *et al. Op. cit.*

nome peixes anuais, pois “aparecem” quando tem água. A alteração de seu habitat com a drenagem de banhados e a transformação das áreas de várzea em lavouras são fatores bastante preocupantes.

3) Jundiá – *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824)

O jundiá é uma espécie amplamente distribuída e bastante conhecida. Trata-se de um peixe de couro (não possui escamas) e adapta-se tanto a águas paradas como a ambientes de rio. Sua alimentação é onívora com tendência para carnívora (consome peixes, moluscos, crustáceos e insetos). Apresenta desova total e não costuma realizar cuidado parental. Entre os piscicultores e pescadores, os nomes jundiá-cinza, jundiá-amarelo e jundiá-escuro são usados com alguma frequência. Sua sistemática ainda apresenta contradições e nem mesmo entre os pesquisadores há consenso sobre o número de espécies e sua diferenciação⁷³.

Com grande potencial para a piscicultura, constitui uma das espécies nativas mais cultivadas no Rio Grande do Sul. A UFSM tem papel marcante no desenvolvimento da piscicultura da espécie, com a realização de várias pesquisas, dissertações e teses sobre o seu cultivo. Há inclusive um livro específico sobre sua criação, reunindo muito do conhecimento que foi produzido nos últimos anos⁷⁴.

4) Lambari – *Astyanax jacuhiensis* Cope, 1894

Existem muitas espécies conhecidas popularmente pelo nome de lambari. Algumas não ultrapassam cinco centímetros de comprimento total. Outras chegam a 15 cm de comprimento total como esta, chamada também de lambarido-rabo-amarelo e uma das mais conhecidas da população. O gênero *Astyanax* é um dos mais complexos do ponto de vista taxonômico, com muitas espécies ainda não formalmente descritas. Peixes sensíveis a baixos níveis de oxigênio dissolvido são importantes bioindicadores da qualidade da água. Caracterizam-se ainda por hábito alimentar preferencialmente insetívoro. De grande importância ecológica por constituírem elos intermediários das cadeias alimentares aquáticas, constituem um dos principais itens da dieta de muitas espécies de peixes carnívoros⁷⁵.

Anfíbios

Os anfíbios atuais estão representados em três grupos: os Caudata (salamandras), Gymnophiona (cecílias, cobras-cegas ou minhocões) e Anura (sapos, rãs e pererecas).

⁷³ BALDISSEROTTO, B. Biologia do jundiá. In: BALDISSEROTTO, B. & RADÜNZ-NETO, J. *Criação de jundiá*. Santa Maria: Ed. UFSM, 2004. p. 67-72.

⁷⁴ BALDISSEROTTO, B. & RADÜNZ-NETO, J. *Criação de jundiá*. Op. cit.

⁷⁵ GARUTTI, V. *Piscicultura ecológica*. São Paulo: Editora UNESP, 2003. 332 p.

São animais que apresentam grande diversidade de formas, tamanho, ecologia e comportamento. A pele geralmente é lisa, com muitas glândulas que podem produzir muco para os proteger do dessecação (mucosas); outras produzem toxinas, como as de veneno, para proteção contra microorganismos patogênicos ou como defesa passiva de predadores, além de glândulas hedônicas, que produzem feromônios, usados durante a corte. Embora muitas espécies produzam substâncias tóxicas que são usadas passivamente para se defender de predadores, o veneno produzido na pele só poderá ser absorvido através de contato com mucosas ou através da ingestão do animal⁷⁶.

A pele dos anfíbios é muito fina e permeável, permitindo que a água evapore rapidamente, o que pode levá-los à desidratação e à morte em poucas horas, quando privados do acesso à umidade. Essa restrição explica por que os anfíbios geralmente são animais noturnos e se encontram mais ativos especialmente em noites chuvosas.

Os anuros apresentam fecundação externa; desse modo, a cópula efetivamente não ocorre: o acasalamento se dá através de um “abraço”, chamado de amplexo, ato que estimula a fêmea a liberar os óvulos que são imediatamente fecundados pelo macho. Apresentam um ciclo vital com uma fase aquática (girino) e uma fase adulta (terrestre), embora algumas espécies apresentem desenvolvimento direto.

Atualmente existem no mundo cerca de 5.743 espécies de anfíbios⁷⁷. No Brasil, havia registros de 832 espécies, porém hoje esse número atinge 849 espécies (1 Caudata; 27 Gymnophiona; 821 Anura)⁷⁸.

No Rio Grande do Sul, há registros de aproximadamente 81 espécies de anfíbios, dentre as quais duas espécies de cecílias: *Siphonops paulensis* – terrestre e fossorial – e *Chthonerpeton indistinctum* – aquática. No grupo Anura, animais geralmente saltadores e com produção de som (coaxo) – característica que distingue uma espécie de outra e tem como função marcar o território e atrair a fêmea para acasalamento – existe registro de aproximadamente 79 espécies. Entretanto, há estimativas de que o número de espécies de anfíbios no Rio Grande do Sul possa ultrapassar uma centena⁷⁹.

Na região central do estado, diversos estudos vêm sendo desenvolvidos pelo Laboratório de Herpetologia, da Universidade Federal de Santa Maria, coordenado pela Dra. Sonia Zanini Cechin: municípios abrangendo a região da Quarta Colônia de Imigração Italiana (9 municípios) – registro de 23 espécies de anuros⁸⁰; município de Itaara – 18

⁷⁶ POUGH, F. H.; ANDREWS, R. M.; CADLE, J. E.; CRUMP, M. L.; SAVITZKY, A. H. & WELLS, K. D. *Herpetology*. London: Pearson Education, 2004. 726 p.

⁷⁷ IUCN. Conservation International, and Nature Serve. 2006. Global Amphibian Assessment. www.globalamphibians.org. (acessado em 01.08.2008).

⁷⁸ SBH. Lista de espécies de anfíbios do Brasil. Sociedade Brasileira de Herpetologia (SBH). Disponível em: <http://www.sbherpetologia.org.br/checklist/anfibios.htm>. (acessado em 08.12.2009).

⁷⁹ GARCIA, P. C. de A. & VINCIPROVA, G. *Op. cit.*

⁸⁰ CECHIN, S. T. Z.; SANTOS, T. G.; KOPP, K. A.; SPIES, M. R. & TREVISAN, R. *Scinax nasica* (NCN). Brazil: Rio Grande do Sul. *Herpetological Review*, v. 33, n. 3, p. 222-222, 2002.

⁸¹ BOTH, C.; KAEFER, I. L.; SANTOS, T. G. & CECHIN, S. T. Z. An austral anuran assemblage in the Neotropics: seasonal occurrence correlated with photoperiod. *Journal of Natural History*, v. 42, p. 205-222, 2008.

⁸² SANTOS, T. G.; KOPP, K.; SPIES, M.; TREVISAN, R. & CECHIN, Sonia T. Z. Distribuição temporal e espacial de anuros em área de Pampa, Santa Maria, RS. *Iheringia. Série Zoologia*, v. 98, p. 1-10, 2008.

⁸³ CECHIN, S. T. Z. & GIAS-SON, L. O. M. *Hyla nana*. Brazil. Rio Grande do Sul. *Herpetological Review*, v. 32, n. 4, p. 271-271, 2001.

CECHIN, S. T. Z. et al. *Op. cit.*, 2002.

KOPP, K.; SANTOS, T. G.; TREVISAN, R.; SPIES, M. R. & CECHIN, S. T. Z. *Hyla albopunctata* (NCN). Brazil. Rio Grande do Sul. *Herpetological Review*, v. 33, n. 3, p. 220-220, 2002.

BOTH, C.; KAEFER, I. L. & CECHIN, S. T. Z. Amphibia, Anura, *Aplastodiscus perviridis* (Hylidae): range extension for Rio Grande do Sul, southern Brazil. *Check List (UNESP)*, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 30-31, 2006.

SANTOS, T. G. & CECHIN, S. T. Z. Amphibia, Anura, Leptodactylidae, *Leptodactylus chaquensis*: Distribution extension in the state of Rio Grande do Sul, Brazil. *Check List (UNESP)*, v. 4, p. 142-144, 2008.

ZANK, C. KAEFER, I. L.; COLOMBO, P.; LINGNAU, R.; SANTOS-JR, A. P.; BOTH, C.; D'AGOSTINI, F. M.; SANTOS, R. C. & CECHIN, S. T. Z. Amphibia, Anura, Leptodactylidae, *Leptodactylus furnarius*: Rediscovery and distribution extension in the state of Rio Grande do Sul, Brazil. *Check List (UNESP)*, v. 4, p. 89-91, 2008.

⁸⁴ BOELTER, R. A. & CECHIN, S. T. Z. Impact of

espécies⁸¹; Santa Maria (campus UFSM) – 25 espécies⁸², sem contar diversos registros de ampliação de distribuição, nos últimos anos⁸³. Além disso, o Laboratório de Herpetologia vem desenvolvendo estudos com a espécie de anfíbio invasora, *Lithobates catesbeianus*, a rã touro, predadora voraz de várias das espécies nativas de anuros, que ocorrem nessa região⁸⁴.

Na área de Santa Maria, destacaremos apenas três espécies, por apresentarem aspectos interessantes de sua história de vida.

1) *Leptodactylus ocellatus* – rã manteiga (Linnaeus, 1758)

No passado, esta rã era muito caçada para consumo de sua carne. A espécie apresenta dimorfismo sexual marcado, os machos caracterizando-se por membros anteriores muito desenvolvidos. São muito comuns em açudes, à aproximação humana costumam pular na água e mergulhar, causando ruído bem audível. As fêmeas exibem cuidado parental, protegem ovos e girinos, agrupados em cardumes, posicionando-se próxima deles e assumindo postura agressiva. Ocorrem em corpos d'água lânticos e sua estação reprodutiva dá-se na primavera e no verão.

2) *Phyllomedusa iheringii* – perereca verde Boulenger, 1885 (figura 6).



Figura 6: Exemplar de *Phyllomedusa iheringii*. (Fotografia: Tiago Gomes dos Santos)

the Bullfrog diet (*Lithobates catesbeianus* - Anura, Ranidae) on native fauna: case study from the region of Agudo - RS - Brazil. *Natureza & Conservação*, v. 5, p. 115-123, 2007.

KAEFER, I. L.; BOELTER, R. A. & CECHIN, S. T. Z. Reproductive biology of the invasive bullfrog *Lithobates catesbeianus* in southern Brazil. *Annales Zoologici Fennici*, v. 44, p. 435-444, 2007.

É uma perereca de coloração verde-alface, as partes internas das coxas com cores brilhantes, laranja e branco. Arborícola, tem hábito escalador ao invés de saltador, como a maioria das rãs e pererecas. Considerada venenosa, apresenta secreções tóxicas bem ativas na pele. Embora ocorra em áreas urbanas, é uma espécie que, aparentemente, possui baixa densidade populacional. Sofre com a exploração do tráfico de animais, pois é muito procurada, devido à beleza de suas cores.

3) *Lithobates catesbeianus* – rã touro (Shaw, 1802) (figura 7).



Figura 7: Exemplar de *Lithobates catesbeianus*, rã-touro. (Fotografia: Samanta Iop)

Trata-se de uma espécie exótica invasora, originária da América do Norte. Foi introduzida no Brasil para ser criada em ranários, no comércio de carne. A maioria dos criadouros não teve êxito e os proprietários abandonaram os indivíduos na natureza. Hoje é considerada uma praga em várias regiões do Brasil, o que torna praticamente impossível sua erradicação. Entretanto, esforços devem ser feitos para controlar essas populações, principalmente em locais onde há registros de altas densidades. Mas, até o momento, nenhuma medida nesse sentido foi tomada pelos órgãos competentes. Um estudo realizado na região central do Rio Grande do Sul indica que a rã touro é uma predadora voraz, se alimentando de cerca de uma dezena de espécies de anfíbios nativos⁸⁵.

⁸⁵ BOELTER, R. A. & CECHIN, S. T. Z. *Op. cit.*

Os anfíbios desempenham papel fundamental na natureza: são considerados excelentes organismos bioindicadores da qualidade ambiental, pois a pele altamente permeável torna-os muito suscetíveis às alterações físico-químicas de parâmetros ambientais⁸⁶. Além disso, são elementos importantes nas interações entre organismos, pois consomem milhares de insetos, seu principal item alimentar.

As secreções cutâneas produzidas por diversas espécies apresentam uma diversidade de compostos com atividades farmacológicas muito distintas, cujos efeitos incluem ações cardiotóxicas, miotóxicas, neurotóxicas, sendo alguns agentes hipotensivos, vasoconstritores e até alucinogênicos. Entretanto, as espécies que tiveram secreções cutâneas estudadas até o presente representam menos de 20% do total⁸⁷.

Hoje existem relatos de declínio e extinção de espécies de anfíbios em diversos locais do mundo. Cerca de 1/3 delas se encontram em alguma categoria de ameaça⁸⁸. Diversos fatores são responsáveis por esse grave problema: destruição dos habitats, introdução de espécies exóticas, presença de um fungo quitrídio que pode levar à morte, poluição, entre outros. Um exemplo dramático de provável extinção é o de duas espécies de rãs australianas, descritas na década de 70 e aparentemente extintas. Essas espécies incubavam os ovos no interior do estômago, os quais eram protegidos dos sucos digestivos por uma substância contendo prostaglandina E2 (PGE2). Posteriormente, as larvas produziam o muco que contém essa substância e que mantinha o estômago num estado não funcional. Com o declínio e a extinção de centenas de espécies de anfíbios, desaparecem também as oportunidades de estudar inúmeros compostos que poderiam levar à cura de várias doenças. Esse é apenas um dos exemplos dos prejuízos decorrentes da perda de biodiversidade, na maioria das vezes, provocada pelo homem.

Répteis

Répteis formam um grupo parafilético, já que não inclui as aves que também descendem do mesmo ancestral. Trata-se do grupo formado por tartarugas, jacarés, crocodilianos, lagartos, serpentes, anfisbenas e tuataras. Esses animais possuem, em comum, principalmente ausência de produção de calor através do metabolismo, presença de uma pele recoberta por escamas e, ovo com casca e anexos extraembrionários. Evolutivamente, as duas últimas características foram os fatores-chave que fizeram com que esses animais pudessem atingir a total independência do meio aquático.

⁸⁶ CARAMASCHI, U. A. M. P. T.; CARVALHO e SILVA, S. P.; SILVA, E. GOUVEIA, E.; IZECCHSOHN, E.; PEIXOTO, O. L. & POMBAL Jr., J. P. Anfíbios. In: BERGALLO, H. G.; ROCHA, C. F. D.; ALVES, M. A. S. & SLUYS, M. V. (eds.). *A fauna ameaçada de extinção do Estado do Rio de Janeiro*, Rio de Janeiro: EDUERJ, 2000. p. 75-78.

⁸⁷ SCHWARTZ, C. A.; CASTRO, M. S.; PIRES Jr., O. R.; MACIEL, N. M.; SCHWARTZ, E. N. F. & SEBEN, A. Princípios bioativos da pele de anfíbios: panorama atual e perspectivas. In: NASCIMENTO, L. B. & OLIVEIRA, M. E. (eds.). *Herpetologia no Brasil II*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Herpetologia, 2007. p. 146-168.

⁸⁸ G. A. A. *Op. cit.*

Os répteis atuais são bastante diversificados, tanto em relação à morfologia corporal, quanto ao hábito e habitat que ocupam. Há espécies muito pequenas como alguns diminutos lagartos e serpentes, até formas muito grandes como crocodilos, lagartos como os dragões-de-komodo (*Varanus komodensis*), sucuris (*Eunectes murinus*) e algumas tartarugas marinhas. Existem espécies terrestres, aquáticos dulcícolas e marinhos, habitando desde florestas tropicais a temperadas, até campos e montanhas. Toda essa variação pode ser verificada através do grande número de espécies. Atualmente são conhecidas aproximadamente 300 espécies de tartarugas, 23 de crocodilianos, 3.200 de serpentes, 5.100 de lagartos, 170 de anfisbenas e duas espécies de tuataras (*Sphenodon*) ocorrentes somente na Nova Zelândia⁸⁹. Apesar da constante descoberta de novas espécies e do conhecimento ainda incipiente, sabe-se que hoje, considerando o grupo de répteis, o Brasil ocupa o terceiro lugar no mundo, abrigando 708 espécies⁹⁰. Por sua vez, o Rio Grande do Sul conta com 111 espécies⁹¹ de répteis e a região de Santa Maria, com aproximadamente 39 espécies⁹².

Apesar do receio e antipatia de grande parte das pessoas para com os répteis, principalmente as serpentes, apenas um pequeníssimo número de espécies pode representar alguma forma de perigo para os humanos. De modo contrário, grande é a importância do grupo, tanto do ponto de vista ecológico quanto econômico. De todas as espécies de lagartos do mundo, apenas duas produzem veneno (*Heloderma suspectum* e *H. horridum*, ambos da América do Norte). A maioria se alimenta de grandes quantidades de insetos, podendo também atuar como polinizadora⁹³ e dispersora de sementes⁹⁴. Da mesma forma, a maior parte das serpentes não produz nenhum veneno que possa causar problemas ao homem e ainda atua no controle de presas como anfíbios, roedores e outras serpentes. Ainda, muito promissor é o ramo da ciência que se dedica ao estudo de proteínas localizadas no veneno produzido por serpentes; a cada dia, mais substâncias são isoladas para a produção de novos medicamentos colocados à disposição do homem⁹⁵.

O Rio Grande do Sul, por estar situado em altas latitudes, apresenta uma diversidade bem mais reduzida em termo de répteis, os quais distribuem-se nas áreas ocupadas pela Floresta Atlântica e no Pampa. Santa Maria situa-se na Depressão Central, justamente na transição da Floresta Atlântica para o Pampa, registrando a ocorrência de fauna adaptada a esses dois ambientes distintos⁹⁶.

⁸⁹ POUGH, F. H. *et al.* *Op. cit.*

⁹⁰ SOCIEDADE BRASILEIRA DE HERPETOLOGIA, Lista dos Répteis e anfíbios. Disponível em <http://www.sbherpetologia.org.br/>, acessado em 08.12.2009.

⁹¹ DI-BERNARDO, M.; BORGES-MARTINS, M. & OLIVEIRA, R. B. Répteis. In: FONTANA, C. S.; BENCKE, G. A. & REIS, R. E. (orgs.). *Livro vermelho da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Edipucrs, 2003. p. 165-188.

⁹² CECHIN, S. Z. Répteis. In: ITAQUI, J. (org.). *Quarta Colônia: Inventários Técnicos*. Santa Maria: Condesus Quarta Colônia, 2002. p. 209-214.

⁹³ SAZIMA, I.; SAZIMA, C. & SAZIMA, M. Little dragons prefer flowers than maidens: a lizard that laps nectar and pollinates trees. *Biota Neotropica*, v. 5, n. 1, p. 1-8, 2005.

⁹⁴ WOTTON, D. M. Effectiveness of the common gecko (*Hoplodactylus maculatus*) as a seed disperser on Mana island, New Zealand. *New Zealand Journal of Botany*, v. 40, p. 639-647, 2002.

FIGUEIRA, J. E. C.; VASCONCELLOS NETO, J.; GARCIA, M. A. & SOUZA, A. L. T. Saurocory in *Melocactus violaceus* (Cactaceae). *Biotropica*, v. 26, n. 3, p. 295-301, 1994.

⁹⁵ LIMA-VERDE, J. S. Porque não matar as nossas cobras. In: NASCIMENTO, N. B.; BERNARDES, A. T. & COTTA, G. A. (orgs.). *Herpetologia no Brasil*, 1. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 1994. p. 92-101.

⁹⁶ CECHIN, S. T. Z. *Op. cit.*

Nessa região, principalmente no período mais quente do ano, é possível encontrar com mais facilidade alguns exemplares de répteis. Em açudes e lagos é possível observar o jacaré do papo amarelo, *Caiman latirostris* (Daudin, 1802), que costuma termorregular em suas margens. Alimenta-se principalmente de peixes e costuma fugir à aproximação, não representando risco ao homem, pelo contrário, sofrendo com a caça ilegal.

Ainda nos ambientes aquáticos, observam-se duas tartarugas bem comuns, *Trachemys dorbigni* (Duméril et Bibron, 1835) e *T. scripta elegans* (Wied-Neuwied, 1839). *T. dorbigni* é a espécie nativa do sul do Brasil, conhecida como tigre d'água e *T. scripta*, sua congênera norte-americana trazida para ser utilizada como animal de estimação e indevidamente introduzida no ambiente natural por proprietários descontentes. Outro quelônio comum nos rios da região é o cágado *Hydromedusa tectifera* (Cope, 1870), porém este é menos visto devido ao seu hábito noturno e por ficar enterrado no fundo dos cursos d'água durante o inverno.

A partir de setembro, nos campos e em áreas peridomiciliares, o lagarto teiú *Tupinambis merianae* (Linnaeus, 1758) (figura 8) é facilmente encontrável, saindo da hibernação e permanecendo ativo até meados de maio⁹⁷. Outro lagarto bastante comum nos campos e ativo durante o mesmo período, porém de tamanho menor e coloração verde brilhante, é *Teius oculatus* (D'Orbigny et Bibron, 1837).

⁹⁷ WINCK, G. R. & CECHIN, S. T. Z. Hibernation and emergence pattern of *Tupinambis merianae* (Squamata: Teiidae) in the Taím Ecological Station, southern Brazil. *Journal of Natural History*, v. 42, p. 239-247, 2008.



Figura 8: Exemplar de *Tupinambis merianae*, teiú. (Fotografia: Tiago Gomes dos Santos)

Nos afloramentos areníticos da região, o *Tropidurus torquatus* (Wied, 1820), ativo o ano inteiro, pode ser visto sobre as rochas termorregulando, alimentando-se de artrópodes e vegetais, e, devido ao seu territorialismo, exibindo diversos comportamentos sociais. Apesar de pouco conhecido pela população, vale destacar a ocorrência de *Cercosaura ocellata petersi* (Ruibal, 1952), pequeno sáurio vivente nos campos, descrito em 1952 e somente reencontrado, também em Santa Maria, em 2005⁹⁸. Além das espécies nativas, há a lagartixa das casas, *Hemidactylus mabouia*, originária da África e cercada de mitos, mas que não causa nenhum mal ao homem. Esse geconídeo possui hábitos noturnos e costuma alimentar-se de insetos atraídos pelas luzes.

A maior riqueza de espécies entre os répteis no estado está concentrada nas serpentes, contando 73 espécies⁹⁹. Levantamentos realizados na região de Santa Maria registram 30 espécies quando amostrados ambientes de mata e campo¹⁰⁰, 25 quando amostrados ambientes antropizados¹⁰¹ e 20 em campo utilizado para pastagem e lavoura¹⁰². Essa diversidade pode ser considerada alta, e provavelmente seja resultado da transição campo-floresta.

Contrariando a crendice e o medo popular, a maioria das serpentes do mundo e principalmente da região não apresenta nenhum perigo ao homem. Em Santa Maria somente quatro espécies são peçonhentas, isto é, possuem veneno e capacidade para inoculá-lo. A coral verdadeira, *Micrurus altirostris* (Cope, 1860) da família Elapidae, é uma serpente com veneno bastante potente, porém, devido ao seu hábito criptozóico, pequeno tamanho da cabeça e dentição proteróglifa, é responsável por poucos acidentes com humanos (menos de 1%). São animais que se alimentam de outras serpentes, anfíbenas e lagartos, mas não são agressivos; geralmente fogem na busca de um abrigo para ocultar-se, quando são perturbados. Nessas ocasiões, machos podem exibir o órgão de cópula, que fica na região posterior do corpo, comportamento que deu origem à lenda que corais picam com a cauda.

As outras serpentes de interesse médico da região são as viperídeas *Bothrops alternatus* (Duméril, Bibron et Duméril, 1854) (cruzeira ou urutu), *B. jararaca* (Wied-Neuwied, 1824) (jararaca verdadeira) e *B. pubescens* (Wagler, 1824) (jararaca pintada, figura 9), a de menor porte. Essas três espécies possuem tamanho relativamente grande, comportamento agressivo e alimentação principalmente baseada em roedores quando adultas. Diferem quanto ao uso do habitat, sendo *B. alternatus* mais comum em campos, e *B. jararaca* em habitats florestados.

⁹⁸ SANTOS, T. G. dos; KOPP, K. A.; SPIES, M. R.; TREVISAN, R. & CECHIN, S. T. Z. Répteis do Campus da Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil. *Biota Neotropica*, v. 5, n. 1, p. 1-10, 2005.

⁹⁹ DI-BERNARDO, M.; BORGES-MARTINS, M. & OLIVEIRA, R. B. *Op. cit.*

¹⁰⁰ CECHIN, S. T. Z. *Op. cit.*

¹⁰¹ SANTOS, T. G. *et al. Op. cit.*

¹⁰² WINCK, G. R.; SANTOS, T. G. & CECHIN, S. T. Z. Snake assemblage in a disturbed grassland environment in Rio Grande do Sul State, southern Brazil: population fluctuations of *Liophis poecilogyrus* and *Pseudablabe agassizii*. *Annales Zoologici Fennici*, v. 44, p. 321-332, 2007.



Figura 9: Exemplant de *Bothrops pubescens*, jararaca pintada. (Fotografia: Tiago Gomes dos Santos)

Entre as serpentes, *Liophis poecilogyrus* (Wied, 1825) e *Pseudablables agassizii* (Jan, 1863) são duas espécies características de áreas de campo. *L. poecilogyrus* é habitualmente vista próxima a corpos d'água, onde se alimenta de anfíbios. *P. agassizii* tem hábito criptozóico, alimenta-se principalmente de aranhas e pode ser considerada bioindicadora de áreas de campo conservadas, ao contrário da espécie anterior, bem adaptada a áreas perturbadas¹⁰³.

Ainda pouco se sabe da biologia e ecologia de muitas espécies que ocorrem no Rio Grande do Sul e essa desinformação contrasta com o declínio de muitas populações. Ainda que o extermínio de indivíduos contribua para os declínios populacionais, a maior ameaça está concentrada na destruição e descaracterização do habitat¹⁰⁴. Dessa forma, sendo os biomas Mata Atlântica e Pampa de grande importância para a conservação e a região de Santa Maria considerada área de muito alta importância biológica¹⁰⁵, tornam-se fundamentais os estudos visando a preservação dos indivíduos e principalmente dos seus habitats.

Aves

Em séculos passados o Brasil foi chamado de “terra das aves” pelos descobridores, por possuir uma enorme riqueza de espécies e vários ecossistemas propícios para tal diversidade. São estimadas entre 1.767 e 1.801 espécies de aves no país, que representam 20% das 9.000 espécies exis-

¹⁰³WINCK, G. R.; SANTOS, T. G.; & CECHIN, S. T. Z. *Op. cit.*

¹⁰⁴DI-BERNARDO, M.; BORGES-MARTINS, M. & OLIVEIRA, R. B. *Op. cit.*

¹⁰⁵HADDAD, C. F. B. & ABE, A. Anfíbios e répteis. *In*: Workshop Mata Atlântica e Campos Sulinos. Conservação Internacional do Brasil, Fundação Biodiversitas, Fundação SOS Mata Atlântica, Instituto de Pesquisas Ecológicas, Secretarias de Meio Ambiente de São Paulo e Minas Gerais, 2000.

¹⁰⁶IUCN. 2004 *IUCN red list of threatened species*. IUCN Species Survival Commission, Cambridge, Reino Unido, 2004 Disponível em <http://www.iucnredlist.org> (acessado em junho de 2008).
CRBO (Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos). Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos, São Paulo, 2007 Disponível em <http://www.cbro.org.br> (acessado em junho de 2008).

¹⁰⁷SICK, H. *Ornitologia brasileira: uma introdução*. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1997.

¹⁰⁸BENCKE, G. A. *Lista de referência das aves do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, 2001. 104 p. (Publicações Avulsas FZB, 10)

tentes no mundo¹⁰⁶, ou o equivalente a 57% das aves da América do Sul¹⁰⁷.

O Estado do Rio Grande do Sul, que compreende em seu território os biomas Mata Atlântica e Pampa, possui 624 espécies¹⁰⁸, aproximadamente três vezes mais espécies que o município de Santa Maria, onde através de *check lists* foram registradas 251 espécies de aves (figuras 10, 11 e 12).

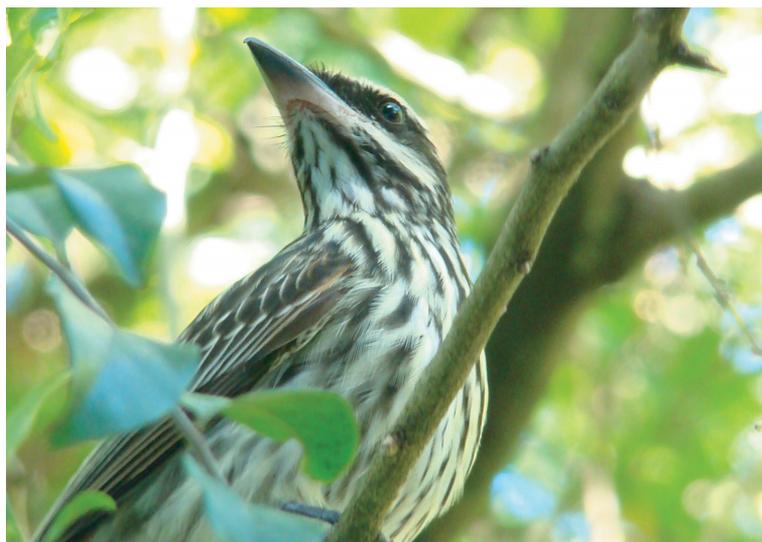


Figura 10: Exemplar de *Myiodynastes maculatus*, bem-te-vi-rajado. Espécie florestal, migratória de verão. (Fotografia: Werner Rempel)

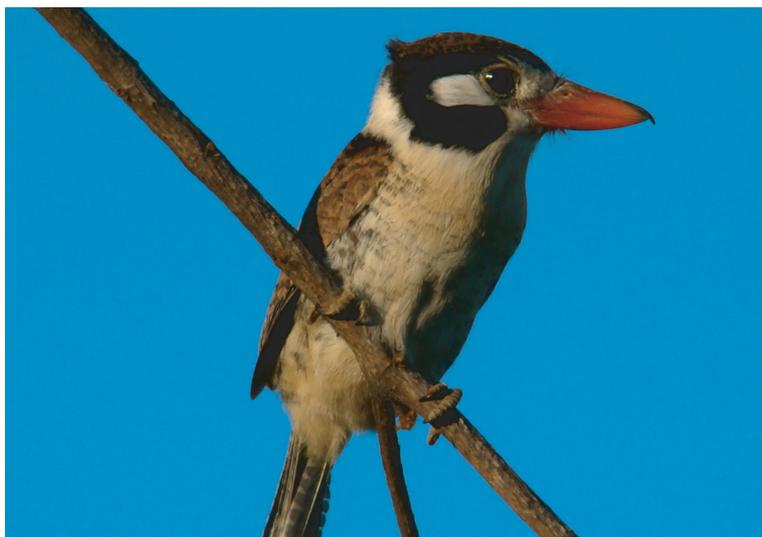


Figura 11: Exemplar de *Nystalus chacuru*, joão-bobo. Espécie de ambientes abertos e borda de floresta (Fotografia: Werner Rempel)



Figura 12: Exemplar de *Ardea alba*, garça-branca-grande. Espécie de ambientes aquáticos (Fotografia: Werner Rempel)

Por estar em uma região de ecótono, entre dois biomas distintos e apresentar diversos habitats (campos limpos, banhados, matas ciliares e de encosta), Santa Maria se destaca com uma avifauna exibindo grandes diferenças tanto em tamanho (por exemplo, a ema *Rhea americana* e o beija-flor-de-topete *Stephanoxis lalandi*), forma (por exemplo, o colhereiro *Platalea ajaja*) e colorido (por exemplo, o tuca-no-do-bico-verde *Ramphastos dicolorus*). Não existem espécies endêmicas, pelo menos no âmbito local-regional. Além disso, cerca de 40 espécies migram do sul durante a primavera/verão, nidificando aqui neste período¹⁰⁹.

Outra característica importante da avifauna local é a presença de aves aquáticas, tanto pernaltas quanto adaptadas ao nado, localizadas principalmente na Depressão Central, área que abrange as bacias dos rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim e do rio Ibicuí.

Em paisagens campestres existe uma gama de espécies com colorações modestas e cantos melodiosos (por exemplo, a seriema *Cariama cristata*, o cardeal *Paroaria coronata* e o sabiá-do-campo *Mimus saturninus*). Já em matas, as aves mostram maior colorido, principalmente os machos (tiês, gaturamos e sanhaços). Porém, algumas espécies não apresentam dimorfismo sexual, sendo difícil o seu reconhecimento. Outras já possuem coloração críptica ou camuflada, parecida com o meio onde vivem (chão da floresta, folhas,

¹⁰⁹BELTON, W. *Aves do Rio Grande do Sul: distribuição e biologia*. São Leopoldo: Editora Unisinos, 2003.

troncos de árvores, etc.) e muitas vezes são identificadas apenas pela sua vocalização. Além das características morfológicas, as aves desempenham funções ecológicas importantes na natureza, pois dispersam e predam as sementes, polinizam flores e participam ativamente do controle biológico de populações de outros animais (serpentes, roedores, insetos).

O Brasil é o terceiro país em diversidade de aves no mundo (atrás apenas da Colômbia e do Peru)¹¹⁰. No entanto, é o primeiro em número de espécies ameaçadas de extinção. Das 1.212 aves ameaçadas no mundo, 124 estão no Brasil, incluindo duas já extintas na natureza (o mutum-do-nordeste *Mitu mitu* e a ararinha-azul *Cyanopsitta spixii*)¹¹¹. O número de espécies aumenta para 160 quando comparada à lista vermelha de animais ameaçados de extinção publicada pelo IBAMA¹¹². O resultado das duas listas juntas (IUCN e IBAMA) apresenta 193 espécies e subespécies ameaçadas em nível nacional, das quais apenas uma ocorre em Santa Maria (o papagaio-charão, *Amazona pretrei*). Todavia, existem muitas espécies ameaçadas em âmbito estadual, no Brasil. Algumas já foram extintas regionalmente como a arara-azul-pequena *Anodorhynchus glaucus*, ou declinaram suas populações em consequência da perda de habitat (por exemplo, o urubu-rei, papagaios e gaviões de grande porte) e da caça predatória (por exemplo, a jacupemba, a jacutinga, o macuco, o pato-do-mato e o perdigão)¹¹³.

Unidades de Conservação seriam necessárias para acomodar certas espécies que apresentam distribuição fora de áreas protegidas como, por exemplo, muitas espécies de caboclinhos do gênero *Sporophila*, que migram para os banhados da região oeste do Rio Grande do sul para nidificar. Por fim, outro fator que ameaça a avifauna regional é o tráfico ilegal de animais silvestres que gera divisas à custa da morte da maioria dos animais apreendidos (nove em cada 10 animais caçados para o tráfico morrem durante o transporte)¹¹⁴.

As aves estão entre os animais mais estudados e apreciados pelo homem. A seguir, algumas espécies representativas dos ambientes do município de Santa Maria¹¹⁵.

1) *Cariama cristata* (Linnaeus, 1776) – A seriema, como também é conhecida, possui plumagem cinza-amarelada, com finas riscas escuras, bico e pés vermelhos. Não apresenta dimorfismo sexual. Com a cauda comprida e pernas longas, atinge 90cm de comprimento, podendo pesar 1,4kg. É adaptada a viver em campos. Essas aves permanecem aos casais ou em pequenos grupos durante o dia, quando caçam gafanhotos, pequenos roedores e serpentes. À noite se em-

¹¹⁰SICK, H. *Op. cit.*

¹¹¹IUCN. *Op. cit.*

¹¹²IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. *Lista das espécies da fauna ameaçada de extinção*. Instrução Normativa nº 3, de 27 de maio de 2003. Ibama, Ministério do Meio Ambiente. Brasília, 2003.

¹¹³FONTANA, C. S.; MAURÍCIO, G. N.; BENCKE, G. A.; MÄHLER JR., J. K. F. & DIAS, R. A. Aves. In: FONTANA, C. S.; G. A. BENCKE & R. E. REIS (eds.) *Livro vermelho da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Edipucrs, 2001.

¹¹⁴REDFORD, K. H. The empty forest. *BioScience*. v. 42, n. 6, p. 412-422. 1992.

¹¹⁵BELTON, W. *Op. cit.*

poleiram em árvores de baixa altura. Põem de 2 a 4 ovos em ninhos localizados em galhos de até 5 metros do chão.

2) *Chiroxiphia caudata* (Shaw & Nodder, 1793). O tangará ou dançador, como é chamado no Rio Grande do Sul, é um pássaro dançarino comumente encontrado no estrato baixo das florestas. Os machos são azuis com cabeça preta e topete alaranjado. Já as fêmeas e os machos jovens são verdes e a sua diferenciação se dá pelo topete dos machos. Alimentam-se basicamente de frutos e pequenos artrópodes. Embora pequenos (12cm), os machos realizam acrobacias ou danças pré-nupciais a fim de atrair as fêmeas para o acasalamento.

3) *Gallinula chloropus* (Linnaeus, 1758). O frango-d'água-comum mede aproximadamente 87cm de comprimento. Apresenta um escudo facial (escudete) vermelho, faixas brancas nos flancos, plumagem negra e patas amarelas. Os imaturos são castanho-escuros com abdome mais claro, sem o escudete vermelho. Alimenta-se de grande variedade de material vegetal, além de pequenos animais aquáticos. Seus ninhos são feitos próximo à água em vegetação densa. Tem de 5 a 8 filhotes. É cosmopolita, exceto nos pólos.

4) *Bubulcus ibis* (Linnaeus, 1758). A garça-vaqueira é originária da África e Europa, mas chegou no continente americano no século XIX. Sua coloração branca pode tingir-se de tonalidades ferrugíneas no período de acasalamento. A principal característica morfológica que a distingue da garça-branca-pequena (*Egretta thula*) é o amarelo dos pés, que na segunda são pretos. Outra diferenciação é quanto ao hábitat, pois *B. ibis* vive em áreas de campo próximo ao gado.

Mamíferos

Os mamíferos brasileiros compreendem atualmente 610 espécies, excluindo-se 41 espécies marinhas¹¹⁶. No estado do Rio Grande do Sul este número baixa para 121 espécies de mamíferos terrestres; em Santa Maria há registros de 46 espécies. Este grupo animal varia desde uma infinidade de tamanhos de corpo e formas no âmbito de todo o território nacional até uma restrição de formas e tamanhos (médio a pequeno) em Santa Maria¹¹⁷. Em relação à fauna de mamíferos brasileiros, o Rio Grande do Sul e mesmo Santa Maria estão localizados em uma zona de transição de vegetação que compreende a porção sul da Floresta Atlântica e a porção norte do bioma Pampa.

Ao mesmo tempo em que se pode observar um decréscimo de espécies de mamíferos quanto mais ao sul do Brasil, em direção ao Rio Grande do Sul, também se obser-

¹¹⁶REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A. & LIMA, I. P. Sobre os mamíferos do Brasil. In: REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A. & LIMA, I. P. (eds.). *Mamíferos do Brasil*. Londrina: SEMA-PR, 2006. p. 17-25.

¹¹⁷CÁCERES, N. C.; CHEREM, J. J. & GRAIPEL, M. E. Distribuição geográfica de mamíferos terrestres na Região Sul do Brasil. *Ciência & Ambiente*, v. 35, p. 167-180, 2007.

¹¹⁸CÁCERES, N. C., CHEREM, J. J. & GRAIPEL, M. E. *Op. cit.*

¹¹⁹CÁCERES, N. C., CHEREM, J. J. & GRAIPEL, M. E. *Op. cit.*

¹²⁰IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Lista das espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção. Ministério do Meio Ambiente, Ibama, Brasília, 2003. Available in the World Wide Web at: <http://www.biodiversitas.org.br>, (accessed on 11 October 2006).

¹²¹IBAMA. *Op. cit.*

¹²²MARQUES, A. A. B.; FONTANA, C. S.; VÉLEZ, E.; BENCKE, G. A.; SCHNEIDER, M. & REIS, R. E. Lista das espécies da fauna ameaçadas de extinção no Rio Grande do Sul. Decreto nº. 41.672, de 11 de junho de 2002. Porto Alegre: FZB/MCT – PUCRS/PANGEA, 2002.

va um leve acréscimo de novas espécies de mamíferos no extremo sul, com a adição de espécies do Pampa, que apenas em parte ocorrem na Floresta Atlântica adjacente¹¹⁸. Tais adições de espécies para o extremo sul do Brasil, particularmente em Santa Maria, restringe-se a espécies de pequeno tamanho, como pequenos roedores, marsupiais e gatos-do-mato. Espécies de mamíferos de maior tamanho corporal são mais generalistas em termos de ocupação de habitat, ocorrendo não somente no Pampa, mas também em outros tipos de vegetação, como os campos de planalto e Cerrado, mais ao norte no Brasil¹¹⁹.

A conservação da fauna de mamíferos nos três níveis, nacional, estadual e local, não se encontra bem, de acordo com os critérios de ameaça às espécies¹²⁰ e ainda de acordo com o nível de perturbação ambiental, particularmente no sul do Brasil. No âmbito nacional, há atualmente 61 espécies de mamíferos terrestres ameaçadas de extinção, ao passo que no Estado este número se reduz para 14. Santa Maria comporta apenas duas espécies deste total (duas espécies de gato-do-mato)¹²¹.

Vale ressaltar que, regionalmente, os mamíferos têm sofrido muito com extinções locais, o que tem levado as espécies mais sensíveis a restringir sua ocorrência cada vez mais para o norte, onde existem áreas de considerável extensão, relativamente bem preservadas e adequadas para sua sobrevivência. São os casos da anta, do queixada e da onça-pintada, que agora estão restritos ao norte do Rio Grande do Sul (por exemplo, no Parque Estadual do Turvo), embora fossem abundantes há mais de um século, em grande parte do Rio Grande do Sul, inclusive em Santa Maria. O pior caso é o da ariranha, considerada extinta no Estado¹²².

A seguir, a caracterização de algumas espécies mais comuns em Santa Maria, com informações de sua história natural.

1) *Didelphis albiventris* Lund, 1840, Didelphidae. Esta espécie é conhecida como gambá-de-orelha-branca (figura 13) ou mesmo como raposa em outras regiões, embora este último nome popular possa levar a confundi-lo com os graxains (comentados a seguir). Trata-se de um mamífero marsupial de porte pequeno, com peso variando entre 1 e 2kg. Existem duas tonalidades em sua pelagem, um tom acinzentado e outro enegrecido. Ocorrem tanto em florestas quanto nos campos, podendo subir em árvores quando necessário. Os gambás se alimentam de tudo o que encontram, desde insetos a frutos ou mesmo pequenos vertebrados, como anfíbios, pequenas serpentes e roedores.



Figura 13: Exemplar de *Didelphis albiventris*, gambá-de-orelha-branca. (Fotografia: Brisa Peres).

2) *Euphractus sexcinctus* (Linnaeus, 1758), Dasypodidae. Popularmente chamado de tatu-peludo ou tatu-peba, é muito comum tanto em Santa Maria quanto em todo o Brasil. No entanto, favorecem a espécie ambientes naturais campestres (como o Pampa) ou plantações, onde pode ser abundante. Seu corpo apresenta dominância de tons amarelados e maior abundância de pelos, sendo que a carapaça no dorso apresenta seis cintas móveis (por isso o nome científico da espécie). O tatu-galinha *Dasypus novemcinctus* Linnaeus, 1758 difere do tatu-peludo por apresentar corpo mais enegrecido e também nove cintas na carapaça. O tatu-peludo é onívoro, alimentando-se praticamente de tudo o que encontra no nível do solo, como frutos caídos, raízes, insetos e carcaças de animais mortos.

3) *Cerdocyon thous* (Linnaeus, 1766), Canidae, popularmente conhecida como graxaim-do-mato ou cachorro-do-mato, é uma espécie de canídeo muito comum, principalmente nas regiões florestadas de Santa Maria. Pode ser confundida com o graxaim-do-campo *Lycalopex gymnocercus* (Fischer, 1814), que é visto mais comumente em áreas de campo. A separação entre estas duas espécies pode ser feita observando-se as patas enegrecidas do graxaim-do-mato, ao passo que o graxaim-do-campo apresenta tons acastanhados e mais claros pelo corpo. Ambas as espécies são onívoras, consumindo tanto invertebrados, frutos e pequenos vertebrados, como anfíbios, aves e roedores.

Sonia Zanini Cechin é bióloga, doutora em Zoologia e professora associada do Departamento de Biologia do Centro de Ciências Naturais e Exatas (CCNE) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

cechinsz@ccne.ufsm.br

Ana Beatriz Barros de Moraes é bióloga, doutora em Ecologia e professora associada do Departamento de Biologia, CCNE/UFSM.

amoraiz@ccne.ufsm.br

Nilton Carlos Cáceres é biólogo, doutor em Zoologia e professor adjunto do Departamento de Biologia, CCNE/UFSM.

niltoncaceres@gmail.com

Sandro Santos é biólogo, doutor em Zoologia e professor associado do Departamento de Biologia, CCNE/UFSM.

ssantos_sm@yahoo.com.br

Carla Bender Kotzian é bióloga, doutora em Paleontologia e professora adjunta do Departamento de Biologia, CCNE/UFSM.

modrizalok@hotmail.com

Everton Rodolfo Behr é zootecnista, doutor em Zoologia e professor adjunto da Unidade Descentralizada de Educação Superior de Silveira Martins da UFSM.

everton_behr@hotmail.com

Jéferson Steindorff de Arruda é biólogo e mestre em Biodiversidade Animal.

jeferson_arruda@yahoo.com.br

Franchesco Della Flora é biólogo e mestrando em Biodiversidade Animal na UFSM.

fdflora@gmail.com

4) *Conepatus chinga* (Molina, 1782), Mustelidae, (figura 14). Conhecido como zorrilho no Rio Grande do Sul, mas também como jaratataca ou cangambá em outras regiões, apresenta coloração da pelagem negra em todo o corpo, pelo menos no Rio Grande do Sul, tendo um par de listras brancas nas costas. Trata-se de um carnívoro que possui como principal característica a presença de glândulas perianais que exalam um líquido mal-cheiroso muito forte, com a função de espantar possíveis predadores ou competidores. Embora de tamanho relativamente pequeno (2 a 4kg), é um mamífero predador de vários pequenos vertebrados, como aves e roedores, além de consumir frutos e insetos. Ocorrem principalmente em campos de onde retiram seus recursos alimentares.



Figura 14: Exemplar de *Conepatus chinga*, zorrilho. (Fotografia: Manuela Finokiet)

Atualmente, para todos os grupos faunísticos, a primeira causa de extinção é a perda de habitats. Com o aumento da população humana nas últimas décadas, além da conversão de habitats, inúmeros fatores, como poluição, introdução de espécies exóticas, aquecimento global, patógenos, entre outros, ampliaram os riscos de extinção de milhares de espécies. Os zoólogos, por outro lado, tentam reverter esse cenário, e com seus estudos fornecer subsídios que possam auxiliar no manejo e conservação da nossa fauna.



OS VEGETAIS FÓSSEIS DE SANTA MARIA

Robson Tadeu Bolzon
Inês Azevedo

O estudo dos vegetais fósseis é desenvolvido pela Paleobotânica, ramo da ciência que utiliza princípios da Geologia e da Botânica, bem como fundamentos da Biologia. Os vegetais fósseis do Mesozóico que se verificam no município de Santa Maria incluem todas as formas conhecidas de vegetais e de vestígios descobertos nas rochas do Triássico (intervalo de tempo entre 251 e 199,6 milhões de anos antes do presente). No século XIX, naturalistas que viajavam pelo Rio Grande do Sul, costeando a serra, já citavam a ocorrência de troncos fósseis que constituiriam elementos da paisagem devido a quantidade e o porte de alguns exemplares (atingindo cerca de 15 metros de comprimento e 2 metros de diâmetro). É o caso de Arsène Isabelle e de Robert Avé-Lallemant. No início do século seguinte, foi publicada uma importante análise do material por I. C. White, membro da Comissão de Estudos das Minas de Carvão do Brasil. A partir de então as investigações se multiplicaram.

Contextualização

Os vegetais fósseis de Santa Maria são encontrados especialmente em argilitos, siltitos e arenitos grosseiros a conglomeráticos. Esse conjunto de rochas constitui unidades estratigráficas que, dependendo do autor, recebe diferentes nomes.

¹ SARTORI, P. L. P. Geologia e Geomorfologia de Santa Maria (neste volume), 2009.

Sartori¹ fornece uma síntese da geologia e das principais unidades estratigráficas identificadas no município de Santa Maria. Três unidades pertencentes ao Triássico merecem destaque pela presença de fósseis. Destas, duas possuem vegetais fósseis. A mais antiga é a Formação Sangra do Cabral, constituída, principalmente, por arenitos vermelhos de granulometria fina a média, com proporções variáveis de silte e argila. Representam depósitos sedimentares de inundação, em planícies aluviais, com canais rasos e sinuosos, numa zona plana e arenosa. Até o momento não existe registro de vegetais para essa formação. A segunda unidade, a Formação Santa Maria, é constituída pelos membros Passo das Tropas e Alemoa. O Membro Passo das Tropas é formado por um arenito vermelho claro, grosseiro, friável e bastante poroso, depositado em ambientes de planícies de inundação. Em níveis conglomeráticos, seguidos de siltito argiloso e arenito síltico-argiloso, estratificados e de cor rosa-avermelhada, ocorrem vegetais fósseis. O Membro Alemoa, relacionado a um sistema lacustre efêmero de águas rasas, apresenta siltito argiloso, vermelho e maciço, contendo camadas de caliche e concreções carbonáticas. Nesse membro existem importantes fósseis de vertebrados e de vegetais. Por último, existe a Formação Caturrita, constituída por um conglomerado basal contendo seixos de siltito argiloso vermelho, seguido por arenito rosa-avermelhado de granulometria média a fina, com intercalações lenticulares, rumo ao topo, de siltito e folhelho, todos de coloração avermelhada. Indicada como de ambiente fluvial, apresenta caules mineralizados de dimensões variadas.

As madeiras fósseis, as primeiras a serem registradas, não são os únicos exemplos de vegetais fósseis do município de Santa Maria. Em rochas de granulometria mais fina, por exemplo, em siltito, ocorrem folhas, sementes e outros tecidos vegetais pouco ou não lignificados. Desse modo, os vegetais fósseis de Santa Maria e região podem ser reunidos em dois grandes grupos, de acordo com o tipo de fossilização que apresentam: folhas e outras estruturas preservadas como impressões e moldes e caules mineralizados.

A terminologia empregada na denominação de madeiras fósseis é muito ampla e reflete características botânicas (por exemplo: lignispécimes, lenhos, caules, madeiras), mineralógicas (por exemplo: xilopala, silicificado, mineralizado), diagenéticas (por exemplo: permineralizadas, recristalizadas, substituídas, petrificadas), genéricas (por exemplo: dendrolitos) ou a combinação destes termos (por exemplo: madeira petrificada, lenho permineralizado, caule mineralizado).

As idades em milhões de anos, indicadas como referencial, foram baseadas na Tabela Estratigráfica Internacional.²

² INTERNATIONAL COMMISSION ON STRATIGRAPHY. *International Stratigraphic Chart*. Disponível em: <http://www.stratigraphy.org>. acesso em: 08 mar 2008.

Aspectos históricos

Ao longo dos anos, diversos autores têm estudado os vegetais fósseis (madeiras, folhas, frutificações e sementes) que se transformaram em elemento da paisagem na região de Santa Maria (figuras 1, 2 e 3). Sua quantidade e o grande porte de alguns exemplares foram objeto de admiração de viajantes naturalistas do século XIX.



Figura 1: Caule mineralizado parcialmente exposto, encontrado em afloramento na rodovia Santa Maria-Dilermando de Aguiar (escala em cm).³

³ As fotografias utilizadas no artigo foram produzidas pelos autores.



Figura 2: Caule mineralizado exposto em posição horizontal, na região oeste de Santa Maria (escala em cm).



Figura 3: Caule mineralizado exposto em posição vertical, na região oeste de Santa Maria (escala em cm).

Em 1834, o naturalista Arsène Isabelle, costeando a serra, viajou de Uruguaiana a Porto Alegre e coletou fragmentos de madeiras fósseis para o Museu de Montevideu. Diz ele em suas anotações: “...entre São Vicente e Toropi comecei a encontrar... troncos de árvores silicosas, dicotiledôneas, de três a quatro pés de comprimento... encontram-se sobre uma extensão de mais de quarenta léguas...”⁴ O naturalista registrou a presença de troncos na região entre São Vicente e o Rio Toropi, bem como no leito desse rio. Também os observou em toda a região abaixo da serra, entre os rios Toropi e Ibicuí, estendendo-se para leste-sudoeste e sudoeste. Mais especificamente em Santa Maria, atestou fragmentos “com seis pés ou mais de circunferência por dois ou três pés de comprimento”.

No ano 1858, outro naturalista, Robert Avé-Lallemant, quando próximo a Santa Maria, fez o seguinte registro em seu diário de viagem pela província do Rio Grande do Sul:

*Aqui e ali, no campo achei também grandes pedaços de madeira petrificada, até árvores inteiras, troncos em que ainda se reconhecia muito bem a textura da madeira. Alguns fragmentos se encontram em estado de semipetrificação; a formação externa de um tronco lembrou-me troncos de mirtáceas, ainda hoje existentes nas matas rio-grandenses.*⁵

Outro referencial é a coleta realizada pela Comissão de Estudos das Minas de Carvão do Brasil, cujo material foi analisado por White⁶. O exame macroscópico de um fragmento coletado “a aproximadamente 1,5 quilômetro (poste quilométrico 160-161) ao leste da estação de Santa Maria sugeriu a presença de anéis de crescimento bem distintos e com largura de 2 a 4mm”. Através do exame preliminar das lâminas, os anéis ficaram restritos a manchas concêntricas. Na oportunidade, White comparou o vegetal com um exemplar de *Dadoxylon meridionale*⁷ encontrado em Butiá (acima da camada de carvão). Conforme o autor, o outro fragmento “...consistiu na maior parte em quartzo branco com spherolites, possui raios medulares com uma célula de largura e muito altos. Caracteres afins a *Dadoxylon pedroi* Zeiller, 1895...”.

Rau, no trabalho de descrição de *Cedroxylon canoasense*, comentou:

*Infelizmente las maderas silicificadas de Santa María y municipios vecinos están mui mal conservadas, faltando siempre los puntos de las tráqueas, las células de los rayos medulares y en muchos casos los mismos rayos, por lo que resulta imposible una clasificación exacta. Lo único que se puede decir, es, que se trata de una conífera.*⁸

⁴ ISABELLE, A. *Viagem ao Rio Grande do Sul, 1833-1834*. Porto Alegre: Martins, p. 30 e 39, 1983.

⁵ AVÉ-LALLEMANT, R. *Viagem pela Província do Rio Grande do Sul (1858)*. Belo Horizonte/São Paulo: Itatiaia/EDUSP, 1980. p. 216.

⁶ WHITE, I. C. Relatório sobre a “Coal Measures” e Rochas Associadas do Sul do Brasil. In: WHITE, I. C. (Org.). *Relatório Final – Comissão de Estudos das Minas de Carvão de Pedra do Brasil*. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1908.

⁷ Todos os táxons citados foram mantidos como no original.

⁸ RAU, W. *Cedroxylon canoasense*, una madera fósil nueva del Rio Grande do Sul. *Revista Sudamericana de Botânica*, Montevideo, v. 1, n. 1-6, p. 65-68, 1934.

A ocorrência de folhas e outros vegetais fósseis “na margem norte do Arroio das Tropas, a 7,8 km de Santa Maria, na estrada para São Sepé”, foi registrada por Gordon Jr. e Brown⁹. Os autores atribuíram os fósseis ao Triássico e citaram a presença de *Zuberia* e outras plantas fósseis: *Pachypteris*, *Thinnfeldia*, *Thinnfeldia odontopteroides*, *Dicroidium*, *Schizoneura* (*Neocalamites*) e *Bayera*. Comparando-os com as floras encontradas na África do Sul (Camadas Molteno) e Argentina Oriental (Série Cacheuta), concluíram que teriam idades equivalentes.

Vários afloramentos do Rio Grande do Sul foram cadastrados por Zingano e Cauduro¹⁰, baseados na localização, litologia e fósseis. Os autores registraram a presença de madeiras silicificadas no município de Santa Maria, no Afloramento Alemoa, situado “na estrada que liga Santa Maria à Camobi, 3km a SE da cidade de Santa Maria, em local conhecido por Cerro Alemoa ou Cerrito”. No Afloramento Passo das Tropas, localizado “na estrada de rodagem Santa Maria-São Sepé, na margem norte do Arroio das Tropas, 7,8km da cidade de Santa Maria”, em lentes de argilito fino, citaram a presença de “*Neocalamites*, *Sewardia*, *Stenorachis*, *Dicroidium*, *Pachypteris*, *Pteruchus* e *Samaropsis*”.

Em resenha sobre fatos relacionados à paleontologia dos municípios de Santa Maria e São Pedro do Sul, Beltrão¹¹ destacou duas expedições científicas empreendidas com a finalidade de coleta de exemplares de material fóssil: uma em 1870, organizada pelo Museu de Anatomia Comparada da Universidade de Harvard (EUA) e a outra pelo Museu de Estocolmo (Suécia), em 1902. Beltrão¹² indicou João Borges Fortes (1898-1902) como o primeiro a relatar a existência de madeiras fósseis em Santa Maria, “em uma rua no Bairro Itararé, perto da Igreja de Santa Catarina”. O autor complementa: “No Seminário São José, à Rua Gaspar Martins, existe uma grande gruta feita inteiramente de troncos mineralizados colhidos nos arredores da cidade...”.

Huene e Stahlecker¹³ confirmaram em vários afloramentos no município de Santa Maria a ocorrência de madeiras fósseis do Triássico, atribuídas ao gênero “*Araucarioxylon*”, além de moldes de raízes “na Vila e estação ferroviária no trecho Santa Maria-Dilermando de Aguiar, a 14km de Santa Maria pela ferrovia”.

Em estudo realizado sobre a Geologia de Santa Maria, Bortoluzzi¹⁴ constatou a existência de troncos silicificados do “tipo araucariano” no intervalo inferior da Formação Botucatu (Membro Caturrita). Próximo ao cerro do Monumento ao Ferroviário, encontrou caules silicificados inclu-

⁹ GORDON Jr., M. & BROWN, R. W. Plantas Triássicas do Sul do Brasil. *Notas Preliminares e Estudos*, Rio de Janeiro, n. 54, 1952.

¹⁰ ZINGANO, A. G. & CAUDURO, A. D. Afloramentos Fossilíferos do Rio Grande do Sul. *Boletim do Instituto de Ciências Naturais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul*, Porto Alegre, n. 8, p. 1-48, 1959.

¹¹ BELTRÃO, R. Paleontologia de Santa Maria e São Pedro do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. *Boletim do Instituto de Ciências Naturais da Universidade Federal de Santa Maria*, Santa Maria, v. 2, p. 3-114, 1965.

¹² BELTRÃO, R. *Op. cit.*

¹³ HUENE, F. V. & STAHLCKER, R. Observações Geológicas no Rio Grande do Sul. *Boletim do Instituto de Ciências Naturais da Universidade de Santa Maria*, Santa Maria, n. 3, p. 3-99, 1968.

¹⁴ BORTOLUZZI, C. A. Contribuição a Geologia da Região de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisas*, Porto Alegre, v. 4, n. 1, p. 7-86, 1974.

- ¹⁵ BORTOLUZZI, C. A.; GUERRA-SOMMER, M. & CAZZULO-KLEPZIG, M. Tafoflora Triássica da Formação Santa Maria, RS, Brasil: II – Representantes de Pteridospermopsida e Pteridophylla. *Boletim do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo*, São Paulo, v. 15, p. 105-115, 1984.
- BORTOLUZZI, C. A.; GUERRA-SOMMER, M. & CAZZULO-KLEPZIG, M. Tafoflora Triássica da Formação Santa Maria, RS, Brasil: I – Equisetales, Ginkgoales, Coniferales e Pteridophylla. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 3, Brasília 1985. *Anais...* Brasília, p. 539-549, 1985.
- ¹⁶ BORTOLUZZI, C. A.; GUERRA-SOMMER, M. & CAZZULO-KLEPZIG, M. Tafoflora Triássica da Formação Santa Maria... *Op. cit.*, 1985.
- ¹⁷ SANTOS, E. L. & MOREIRA, J. P. M. *Projeto Sítios Paleontológicos do Estado do Rio Grande do Sul (1ª Fase)*. Porto Alegre: DNP-Setor de Paleontologia e Mineralogia, p. 1-15, 1987.
- ¹⁸ BOLZON, R. T. *A Lignitoflora Mesozóica do Rio Grande do Sul (Brasil): Métodos de Estudo, Tafonomia, Paleocologia e Paleoclimatologia*. Porto Alegre, Curso de Pós-Graduação em Geociências (Mestrado em Geociências), Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 142 p., 1993.
- ¹⁹ BOLZON, R. T., GUERRA-SOMMER, M. G. Considerações sobre a Tafonomia da Lignitoflora Mesozóica do Rio Grande do Sul. *Acta Geológica Leopoldensia*, São Leopoldo, v. 17, n. 39/1, p. 109-115, 1994.
- ²⁰ GUERRA-SOMMER, M. *et al.* A Flora *Dicroidium* no Rio Grande do Sul: Implicações Bioestratigráficas. *Pesquisas*, Porto Alegre, v. 26, n. 1, p. 3-9, 1999.

tos em arenito conglomerático, além do mesmo material em outros sítios, como no “Afloramento do Grupo Escolar Xavier da Rocha, na Vila Kennedy e na Ponte Seca”.

Bortoluzzi, Guerra-Sommer e Cazzulo-Klepzig¹⁵, por sua vez, realizaram o estudo sistemático de fósseis vegetais em dois afloramentos da Formação Santa Maria conhecidos como Passo das Tropas e Parque Dom Antônio Reis. O material representa a Flora *Dicroidium*, sendo constituído de frondes, folhas e sementes. Descreveram fósseis relacionados às Divisões Sphenophytae, Pteridophytae, Ginkgophytae, Coniferophytae, Pteridospermophytae e outras de classificação incerta. Os mesmos autores¹⁶ fizeram comparações dos fósseis vegetais encontrados em Santa Maria com as floras do Triássico de outras regiões do Gondwana, concluindo que apresentam características evolutivas próprias. A associação foi relacionada ao intervalo Anisiano Final-Ladiniano (245,9 a 228,7 milhões de anos).

Por outro lado, Santos e Moreira¹⁷ apresentaram o resultado do mapeamento de uma área de cerca de 300km incluindo, entre outros municípios, Santa Maria, onde registraram a ocorrência de agrupamentos de madeiras fósseis nas localidades de São João, Chácara das Flores e Pinhal.

Bolzon¹⁸, diante das condições de preservação dos caules da região central do Estado do Rio Grande do Sul, incluindo o município de Santa Maria, apresentou um trabalho sobre métodos de estudo dos exemplares mineralizados. Fez considerações sobre a tafonomia dos caules fósseis, bem como sobre a paleoecologia e a paleoclimatologia da região. O autor assinalou que os caules representam uma Flora de Coníferas.

Bolzon e Guerra-Sommer¹⁹ reuniram algumas evidências sobre os processos associados ao sepultamento dos caules mineralizados do Mesozóico do Rio Grande do Sul. Indicaram que a maior parte do material foi transportada durante enchentes de grande escala. A ocorrência de tecidos lignificados (madeira) não estaria associada a estes eventos, mas ao processo de fossilização que envolveu a mineralização. Apontaram ainda a existência de caules numa extensão leste-oeste de 200km, embora o mais expressivo registro esteja nos municípios de São Pedro do Sul e Mata. Os caules foram relacionados a uma flora que denominaram de “Lignitoflora Mesozóica”.

Guerra-Sommer *et al.*²⁰ discutiram ainda as implicações bioestratigráficas da Flora *Dicroidium* no Rio Grande do Sul. A associação foi comparada com floras do Triássico encontradas na Argentina, África do Sul e Australásia. Ob-

servaram que as espécies do Rio Grande do Sul, comuns às da Argentina, ocorrem somente a partir do limite Anisiano Final-Ladiniano Inicial (em torno de 240 milhões de anos).

Guerra-Sommer juntamente com Cazzulo-Kepzig²¹, apresentaram uma síntese da Flora *Dicroidium* incluindo considerações paleoecológicas. Na associação, as condições de aridez são sugeridas pela presença de grupos com área foliar reduzida como *Dicroidium (Xilopteris) elongatum* e *Dicroidium (Xilopteris) argentinum*; a presença de *Sphenobaiera* indica ambientes xerófilos. A associação de Santa Maria é mais homogênea e as folhas apresentam um terço do tamanho quando comparadas com aquelas da África do Sul (Formação Molteno). É provável que tal diferença não tenha relação com a paleolatidade, pois ambas estariam próximas a 60° de latitude sul. A diferença no tamanho médio das folhas poderia estar vinculada às condições de maior aridez do clima da região de Santa Maria.

Em análise preliminar, Guerra-Sommer e Scherer²², discutiram o contexto geológico, tafonômico e bioestratigráfico relacionado às florestas petrificadas. Afirmaram que os caules estão associados a três unidades estratigráficas: Formação Santa Maria, Formação Caturrita e Arenitos Mata. Os fósseis representantes da Flora *Dicroidium*, que ocorrem como impressões na Formação Santa Maria, teriam vivido em locais próximos dos ambientes deposicionais. Já os fósseis associados à Taoflora *Rhexoxylon*, que representa uma distinta mas contemporânea comunidade, estão preservados em rochas sedimentares que indicam locais distais de ambientes de planícies de inundação. O Arenito Mata, com espessura de 20 a 60 metros, compreenderia uma sequência deposicional diferente das Formações Santa Maria e Caturrita. As características texturais e sedimentares sugerem arenitos de ambientes fluviais entrelaçados.

Em resenha sobre as floras da região central do Estado do Rio Grande do Sul, Guerra-Sommer *et al.*²³, observaram que a Flora *Dicroidium*, composta de folhas, caules e sementes, tem o predomínio do gênero *Dicroidium*. A associação caracterizada por fragmentos de madeira do tipo *Araucarioxylon* foi denominada Flora *Araucarioxylon*. O trabalho inclui uma revisão histórica e reúne informações sobre os principais fósseis encontrados, as localidades fossilíferas, a idade das floras e considerações sobre a ecologia e o clima.

Bolzon, Silvério da Silva e Machado²⁴ analisaram o processo de fossilização dos lenhos mesozóicos situados na depressão central do Rio Grande do Sul, incluindo os municípios de São Pedro do Sul, Mata e Santa Maria. Os

²¹ GUERRA-SOMMER, M. G. & CAZZULO-KLEPZIG, M. The Triassic Taphoflora from Paraná Basin, Southern Brazil: An Overview. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 481-485, 2000.

²² GUERRA-SOMMER, M. & SCHERER, C. M. S. Middle-Late Triassic Petrified Forests from Mata Sandstone at Rio Grande do Sul State, BR: A Preliminary Geological, Taphonomic and Biostratigraphic Setting. *Revista Universidade Guarulhos*, Guarulhos, v. 5, p. 117-120, 2000.

²³ GUERRA-SOMMER, M. *et al.* As Floras Triássicas do Rio Grande do Sul: Flora *Dicroidium* e Flora *Araucarioxylon*. In: HOLZ, M. & DE ROS, L. F. (orgs.). *Paleontologia do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: CIGO/UFRGS. 2000. p. 85-106.

²⁴ BOLZON, R. T.; SILVÉRIO DA SILVA, J. L. & MACHADO, L. G. Fossilização de Lenhos do Mesozóico do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, Porto Alegre, v. 7, n. 2, p. 103-110, 2004.

caules, expostos pela erosão ou espalhados, são encontrados em arenitos fluviais de idade incerta (Triássico Final ou Jurássico). Os autores estabeleceram um modelo constituído de quatro fases, relacionando os processos diagenéticos com a preservação das células dos lenhos fósseis.

Enfim, Bardola *et al.*²⁵ registraram a presença do gênero *Williamsonia* pertencente as Benettitales (Cicadophyta). O material descrito corresponde a parte da estrutura reprodutiva e, conforme observaram, a ocorrência do grupo é rara no Afloramento Passo das Tropas da Formação Santa Maria.

Preservação dos fósseis

Em paleobotânica, a tafonomia do vegetal – estudo dos processos relacionados à transformação de restos vegetais em fósseis – envolve duas distintas fases: 1) a *Bioestratinomia* – que trata dos eventos relacionados entre a morte e o sepultamento, isto é, a inclusão dos tecidos em sedimentos – e 2) a *Fossildiagênese* – que compreende a transformação dos sedimentos em rocha e dos restos vegetais em fósseis, incluindo portanto os processos de fossilização. Em termos geológicos, o intervalo de tempo de duração da primeira fase é muito menor daquele da segunda fase. Também existe diferença quanto às alterações ambientais relacionadas com as duas fases. Tais estudos requerem a análise e descrição das características das rochas incluindo a distribuição e a abundância com que os fósseis ocorrem.

A natureza dos tecidos vegetais, incluindo a sua composição química, a morfologia e o tamanho, têm influência nos processos bioestratinômicos e fossildiagenéticos. Por exemplo, a resistência e o potencial de fossilização de uma folha são diferentes de um caule lenhoso. Essas diferenças influenciam no modo e na qualidade dos fósseis.

Em relação ao tamanho, os fósseis vegetais registrados no município de Santa Maria representam plantas de diferentes hábitos,²⁶ inclusive árvores (Coniferophyta, Ginkgophyta e Pteridospermophyta), arbustos (Nilssoniales) e rasteiras (Pteridophyta).

Os fósseis vegetais encontrados nos siltitos e argilitos (Formação Santa Maria) são principalmente folhas e sementes de tamanho pequeno, ocorrem fragmentados, sem orientação preferencial.²⁷ Os caules e fragmentos de madeiras encontram-se geralmente em sedimentos arenosos a conglomeráticos de ambientes fluviais (figuras 1, 2 e 3), sendo representados principalmente pelo cilindro central (tora) e poucos exemplares com ramificações (galhos e raízes).

²⁵ BARDOLA, T. P.; RIVALDO, N. P.; BARBONI, R. & GUERRA-SOMMER, M. A Presença de Benettitales no Triássico Sul-rio-grandense: o Gênero *Williamsonia* Carruthers 1870. *Boletim da Sociedade Brasileira de Paleontologia*, Porto Alegre, 57, p. 20, 2007.

²⁶ GUERRA-SOMMER, M. G. & CAZZULO-KLEPZIG, M. The Triassic Taphoflora from... *Op. cit.*

²⁷ GUERRA-SOMMER, M. *et al.* As Floras Triássicas do Rio Grande do Sul... *Op. cit.*



Figura 4: Corte transversal de caule de Conífera, procedente da região oeste de Santa Maria (escala em mm).



Figura 5: Detalhe da figura anterior mostrando a medula e anéis de crescimento (escala em mm).

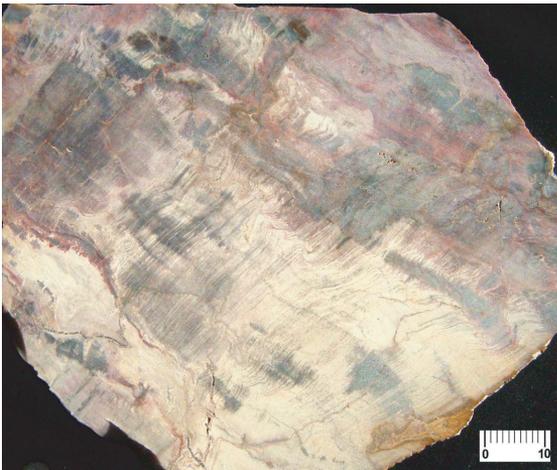


Figura 6: Corte transversal de caule mineralizado de Conífera, procedente da olaria do Patronato Agrícola Antonio Alves Ramos – Santa Maria, mostrando preservação distinta das estruturas do tecido lenhoso e minerais de cores diferentes (escala em mm).



Figura 7: Corte longitudinal do mesmo exemplar da figura anterior (escala em mm).

²⁸ BOLZON, R. T., GUERRA-SOMMER, M. G. Considerações sobre a Tafonomia da Lignitoflora... *Op. cit.*

Bolzon e Guerra-Sommer²⁸, analisando as associações de madeiras de Santa Maria e região, consideram que o sepultamento em sedimentos de origem fluvial resultou do transporte desde o local de crescimento. Provavelmente as árvores teriam sido desarticuladas por vendavais e os fragmentos transportados pela água durante eventos de grandes enchentes que ocorreram em breves e diferentes episódios durante o final do Período Triássico. Essas considerações foram fundamentadas nas observações de campo indicando

que em um mesmo afloramento podem ocorrer níveis bem definidos e diversos ângulos de disposição em relação ao plano de deposição. Também se baseiam no registro de eventos de inundações que ocorrem em ambientes fluviais atuais.

Os vegetais do Triássico encontrados em Santa Maria foram preservados como decorrência de processos que resultaram na mineralização dos tecidos (figuras 1 a 7) e/ou na formação de réplicas dos tecidos orgânicos nos sedimentos (figuras 8 a 13). Os aspectos relacionados aos processos de fossilização incluem diferentes variáveis relacionadas aos próprios tecidos vegetais ou desses com o contexto no qual foram inseridos após o sepultamento. Por exemplo, as madeiras apresentam espaços vazios que, em geral, são preenchidos por minerais e as folhas que são replicadas na matriz, sendo as estruturas externas da folha preservadas como impressões ou moldes. É conveniente que as folhas tenham o sepultamento em locais com sedimentos finos, pois caso contrário a qualidade da réplica irá dificultar a análise. Por outro lado, as madeiras requerem principalmente sedimentos porosos para que a água contendo minerais dissolvidos percole pela matriz, ou dissolva elementos da matriz e penetre na madeira, provocando a precipitação no interior das paredes celulares.



Figura 8: Impressão de folha de *Dicroidium* sp, Membro Passo das Tropas, Santa Maria (escala em mm).

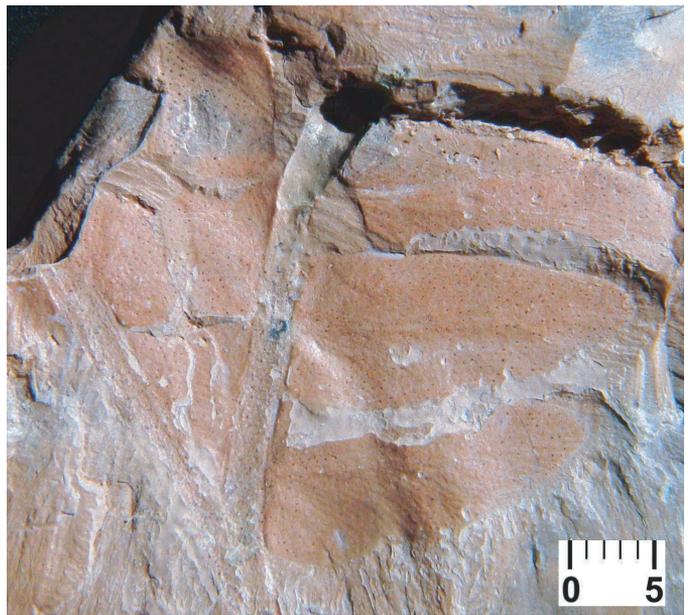


Figura 9: Detalhe da figura anterior mostrando a venação (escala em mm).

²⁹ GUERRA-SOMMER, M. G. & CAZZULO-KLEPZIG, M. The Triassic Taphoflora from... *Op. cit.*

³⁰ BOLZON, R. T.; SILVÉRIO DA SILVA, J. L. & MACHADO, L. G. *Op. cit.*

Em breve síntese, Guerra-Sommer e Cazzulo-Klepzig²⁹ descreveram a fossilização dos vegetais, em especial folhas e sementes, que ocorrem na Formação Santa Maria como resultado da deposição de sedimentos finos que ocuparam os espaços porosos, os quais surgiram ao redor das estruturas orgânicas durante a sua degradação, favorecendo a formação de réplicas das estruturas vegetais.

Por sua vez, Bolzon, Silvério da Silva e Machado³⁰ apresentaram um modelo para explicar a preservação das células dos caules fósseis. Conforme os autores, os processos fossilizantes dos tecidos vegetais estão relacionados com a sua estrutura e composição química e com as características do ambiente deposicional, que interagem com variáveis climáticas, hidrológicas, geoquímicas e biológicas, além da granulometria, da porosidade, do pH e do pCO₂, e das reações de oxidação-redução (eH). O modelo apresenta quatro estágios: 1) destruição do tecido lenhoso anterior à infiltração e precipitação de minerais; 2) início da infiltração de minerais com precipitação e nucleação no lúmen celular a partir da superfície das paredes celulares; 3) alterações na parede celular com degradação de elementos orgânicos residuais; e 4) preenchimento e/ou precipitação de minerais a partir da superfície dos lumens celulares. No primeiro estágio, a destruição dos constituintes da parede celular estaria acompanhada da entrada de sílica (principal elemento) e de outros minerais (óxidos férricos), no interior das células e demais espaços vazios, mantendo a estabilidade das estruturas e evitando o colapso da maioria das células. Após esse primeiro estágio, a morfologia das células foi preservada. O preenchimento subsequente de minerais teria destruído as estruturas celulares ao longo de diferentes intervalos de tempo. Assim, cada estágio determinou uma preservação distinta das estruturas do tecido lenhoso e, ao mesmo tempo, sua destruição.

Métodos de estudo

A qualidade de estruturas vegetais preservadas como réplicas, em geral, é inferior às mineralizadas. Nas folhas fósseis de Santa Maria, a preservação celular não é comum. Por outro lado, nos caules mineralizados (também conhecidos como silicificados, pois a sílica é o principal mineral), as estruturas celulares estão normalmente preservadas.

Os métodos de coleta, preparação e estudo diferem entre os caules e as folhas. Enquanto a preparação dos caules requer o corte do exemplar que se encontra mineralizado, na preparação das folhas são utilizados instrumentos como

exploradores, agulhas e pincéis, entre outros, os quais visam retirar a matriz que está encobrendo as réplicas das estruturas vegetais. Após esse processo, as folhas fósseis são observadas em lupas e microscópios estereoscópicos para análise e descrição dos detalhes morfológicos (figuras 8 a 13).



Figura 10: Impressão de folha de *Dicroidium* sp, Membro Passo das Tropas, Santa Maria (escala em mm).

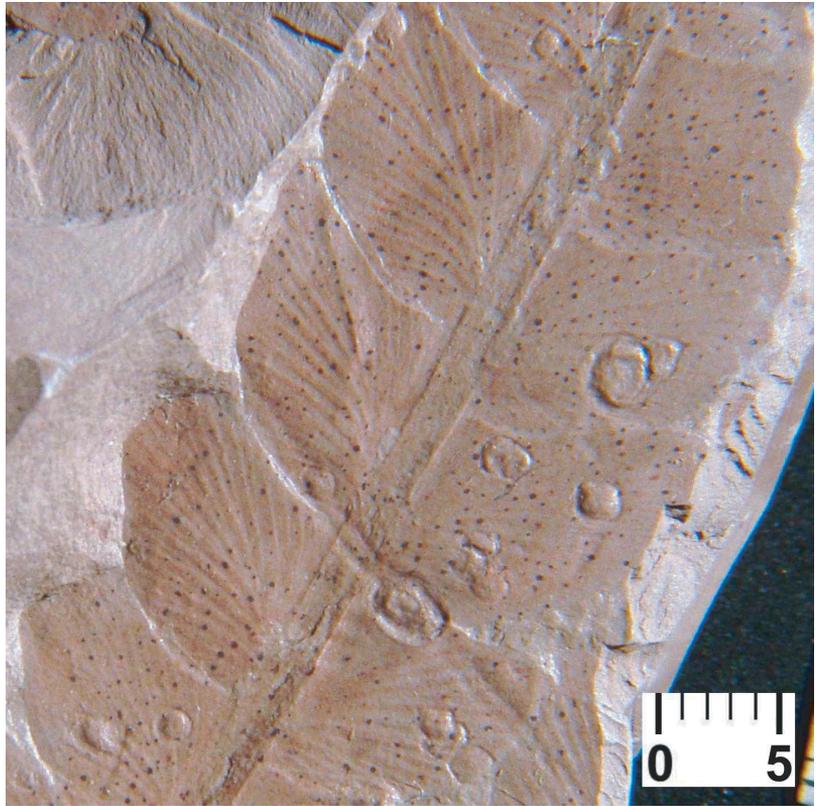


Figura 11: Detalhe da figura anterior (escala em mm).

³¹ BOLZON, R. T. *A Lignitoflora Mesozóica do Rio Grande do Sul...* Op. cit.

O estudo de um caule mineralizado (figuras 4 a 7), após o corte, requer a preparação de lâminas para análise ao microscópio. Bolzon³¹ utilizou, em caules mineralizados do Mesozóico do Rio Grande do Sul, várias técnicas que incluíram: análise em microscópio estereoscópico, método *peel* ou deslocamento, lâminas delgadas, lâminas petrográficas e microscopia eletrônica de varredura. A técnica mais recomendada é a laminação petrológica (em média 30 micrômetros de espessura), que consiste na orientação anatômica, corte com disco diamantado, colagem das secções em lâminas de vidro e desgaste do excedente da secção até restarem uma ou poucas camadas de células. A análise é realizada em microscópio ótico biológico ou petrográfico. O estudo

anatômico de um caule requer pelo menos três lâminas, uma de cada um dos planos anatômicos (figuras 6 e 7), o que possibilita a observação tridimensional do tecido vegetal.

Floras fósseis de Santa Maria e região

As reconstruções paleoambientais de associações de vegetais fósseis são fundamentadas basicamente nas informações relacionadas aos fósseis e às rochas onde são encontradas. Uma flora fóssil representa o conjunto de plantas de um determinado intervalo de tempo e pode receber o nome do gênero típico.

Segundo Guerra-Sommer *et al.*³², na região de Santa Maria foram estabelecidas duas floras: uma que integra as associações de folhas (Flora *Dicroidium*) e a outra relacionada aos caules (Flora *Araucarioxylon*). Os autores sintetizaram a discussão que envolve as prováveis relações entre as duas floras em duas hipóteses: a contemporaneidade ou a sucessão no tempo. A hipótese de contemporaneidade sugere que as duas floras representariam elementos de biótopos distintos que foram preservados em um mesmo sistema deposicional. A outra hipótese considera que a Flora *Araucarioxylon* poderia ser mais recente e, influenciada por mudanças climáticas, tendo substituído a Flora *Dicroidium*.

³² GUERRA-SOMMER, M. *et al.* As Floras Triássicas do Rio Grande do Sul... *Op. cit.*

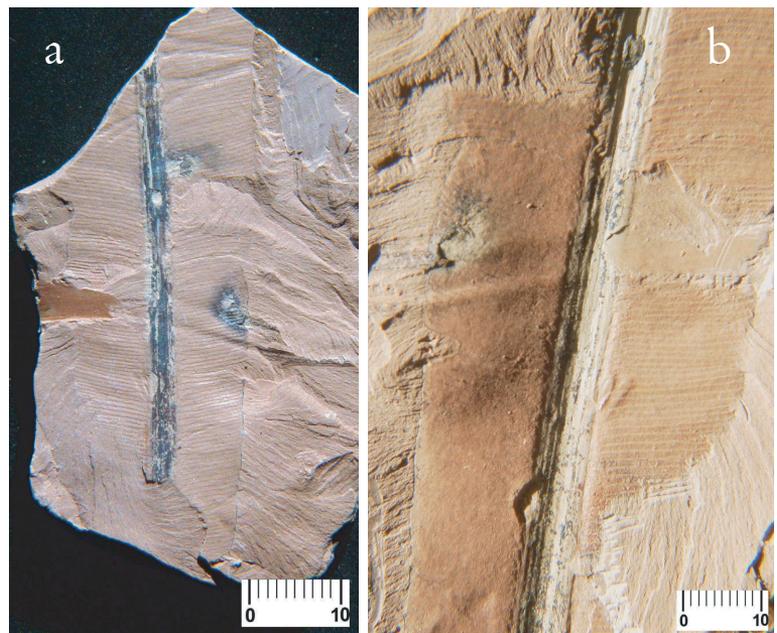


Figura 12a e b: Impressão de folha de *Taeniopteris* sp (parte e contraparte da mesma amostra), Membro Passo das Tropas, Santa Maria (escala em mm).

Flora Dicroidium

A Flora *Dicroidium* está restrita a apenas uma combinação particular de litologia, estruturas físicas e biológicas (faciologia) e apresenta características de ambientes típicos de planícies de inundação em sistemas fluvio-deltáicos. Segundo Guerra-Sommer *et al.*³³, nas associações dessa flora existe uma mistura de indivíduos de grupos que habitariam diferentes ambientes – com predomínio de elementos que viviam dentro dos corpos d’água, das áreas alagadiças ou de solos encharcados (locais que estavam permanentemente inundados) e vegetais que viveriam ao redor dos corpos d’água em suas margens secas ou nas planícies circundantes (higromesófilos). Essas características indicam uma associação formada por restos de vegetais que foram transportados dentro dos limites do habitat original (parautóctone).

Os intervalos com impressões fósseis de integrantes da Flora *Dicroidium* estão relacionados aos ambientes higromesófilos associados a porções proximais da planície fluvial, com domínio das *Corystospermales* (figuras 8 a 11) e como elementos complementares (figuras 12 e 13), alguns integrantes das divisões *Ginkgophyta* e *Coniferophyta*.

Flora Araucarioxylon

Os constituintes da Flora *Araucarioxylon* (figuras 1 a 7) integram uma associação com grupos vegetais que viviam ao redor dos corpos d’água – em suas margens secas ou nas planícies circundantes – e grupos habitando áreas mais elevadas e bem drenadas (mesoxerófila) da região mais distal na planície de inundação, com as *Corystospermales* na periferia, em locais mais encharcados.

A hipótese de sucessão sugere que a Flora *Dicroidium* é mais antiga, atribuída ao intervalo Anisiano Final (245,9 a 237 milhões de anos) ao Ladiniano Final (237 a 228,7 milhões de anos), por ser encontrada em camadas posicionadas estratigraficamente abaixo da Flora *Araucarioxylon*.³⁴ As alterações climáticas do final do Triássico poderiam ter favorecido as mudanças das floras,³⁵ com um progressivo desenvolvimento das coníferas no intervalo Carniano (228,7 a 216,5 milhões de anos) – Noriano (216,5 a 203,6 milhões de anos).

Idade dos fósseis

Existem duas formas básicas de inferir a idade de um fóssil: 1) conhecendo a distribuição bioestratigráfica do grupo taxonômico a que pertence, ou seja, descobrindo quando a

³³ GUERRA-SOMMER, M. *et al.* As Floras Triássicas do Rio Grande do Sul... *Op. cit.*

³⁴ GUERRA-SOMMER, M. *et al.* A Flora *Dicroidium* no Rio Grande do Sul... *Op. cit.*

³⁵ BOLZON, R. T. Mudanças Florísticas Durante o Triássico: O Gondwana no Rio Grande do Sul. *Ciência & Ambiente*, Santa Maria, n. 10, p. 39-48, 1995.

espécie ou gênero teve o primeiro registro de sua origem e quando ocorreu a sua extinção; 2) atribuindo a sua idade como sendo a mesma da rocha na qual o fóssil foi encontrado.

Os fósseis da Flora *Dicroidium*, até o momento, estão restritos à Formação Santa Maria, Membro Passo das Tropas. Por outro lado, existem dificuldades para estabelecer o exato posicionamento estratigráfico dos caules mineralizados, pois grande parte é encontrada rolada.³⁶ Guerra-Sommer e Scherer³⁷ afirmaram que os caules silicificados estão associados a três unidades estratigráficas ao longo da depressão central do Estado do Rio Grande do Sul: formações Santa Maria e Caturrita, e Arenito Mata.

³⁶ BOLZON, R. T. Mudanças Florísticas Durante o Triássico... *Op. cit.*

³⁷ GUERRA-SOMMER, M. & SCHERER, C. M. S. Middle-Late Triassic Petrified Forests from Mata... *Op. cit.*

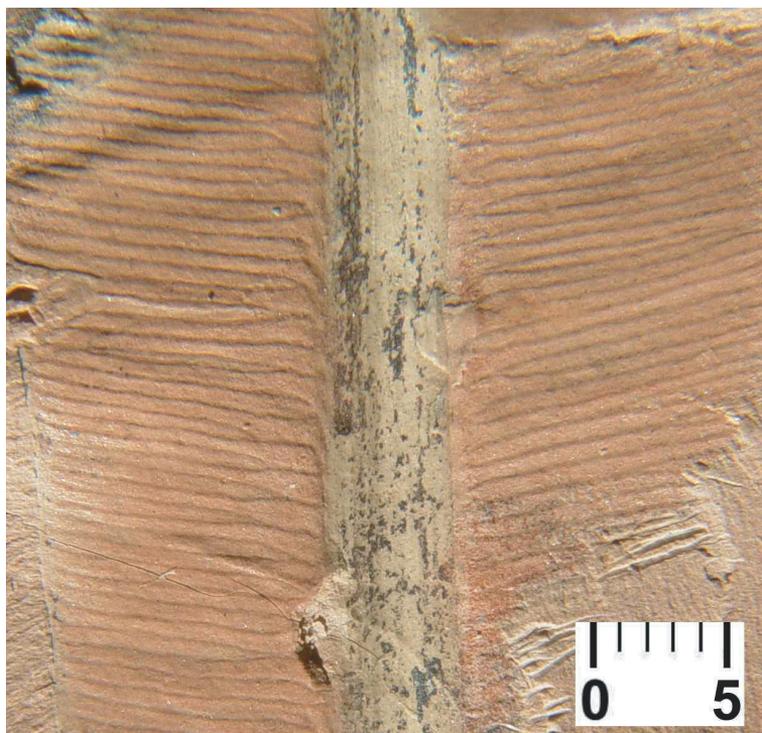


Figura 13: Detalhe da figura anterior mostrando a venação (escala em mm).

³⁸ GUERRA-SOMMER, M. *et al.* As Floras Triássicas do Rio Grande do Sul... *Op. cit.*

³⁹ GUERRA-SOMMER, M. *et al.* A Flora *Dicroidium* no Rio Grande do Sul... *Op. cit.*

Segundo Guerra-Sommer *et al.*³⁸, as associações de fósseis da Flora *Dicroidium* do Rio Grande do Sul são distintas das outras conhecidas no Gondvana. Guerra-Sommer *et al.*³⁹ reuniram informações sobre a origem e extinção dos grupos encontrados em Santa Maria. A principal referência para o estudo bioestratigráfico foi a presença de algumas espécies do gênero *Dicroidium* (figuras 8 a 11) que ocorrem na Austrália e Argentina. O táxon de maior valor bioestratigráfico foi *Dicroidium odontopteroides* var. *remotum*.

A idade dos fósseis encontrados em Santa Maria, nos afloramentos Passo das Tropas e Dom Antônio Reis, compreende o intervalo Anisiano Final – Ladiniano Final (aproximadamente entre 240 e 228,7 milhões de anos).

Dentre os caules descritos, o que apresenta melhor valor bioestratigráfico é *Rhexoxylon*. A *Coristopermales Rhexoxylon* é um gênero de forma característico do Gondvana⁴⁰ e possui uma distribuição bioestratigráfica restrita ao Triássico, provavelmente no intervalo Anisiano/Noriano (245,9 a 216,6 milhões de anos). A ocorrência de caules em diferentes unidades estratigráficas reforça a hipótese de contemporaneidade com a Flora *Dicroidium* e explicaria os caules mineralizados de *Rhexoxylon*.

Grupos vegetais registrados

A associação de fósseis vegetais encontrados na região de Santa Maria e relacionados à Flora *Dicroidium* (figuras 8 a 13) procedem dos afloramentos Passo das Tropas e Dom Antonio Reis; de acordo com Bortoluzzi, Guerra-Sommer e Cazzulo-Klepzig⁴¹, Guerra-Sommer, Cazzulo-Klepzig e Bortoluzzi⁴² e Guerra-Sommer *et al.*⁴³ pertencem aos seguintes grupos:

Divisão	Grupos registrados
Sphenophyta	<i>Neocalamites</i> sp.
Pteridophyta	<i>Cladophlebis</i> sp.
	<i>Tetraptilon</i> aff. <i>heteromerum</i>
Pteridospermophyta	<i>Thinnfeldia</i> sp.
	<i>Dicroidium (Johnstonia) stelzneriana</i>
	<i>Dicroidium (Xylopteris) argentinum</i>
	<i>Dicroidium (Xylopteris) elongatum</i>
	<i>Dicroidium odontopteroides</i> var. <i>odontopteroides</i>
	<i>Dicroidium odontopteroides</i> var. <i>remotum</i>
	<i>Dicroidium odontopteroides</i> var. <i>moltense</i>
	<i>Dicroidium zuberi</i> var. <i>brasiliensis</i>
	<i>Dicroidium zuberi</i> var. <i>zuberi</i>
	<i>Dicroidium zuberi</i> var. <i>papillatum</i>
	<i>Dicroidium zuberi</i> var. <i>feistmanteli</i>
	<i>Dicroidium</i> aff. <i>narrabeenense</i>
	<i>Dicroidium lancifolium</i>
	<i>Dicroidium dubium</i>
	<i>Pteruchus</i> sp.
<i>Rhexoxylon brasiliensis</i>	

⁴⁰ BOLZON, R. T. Mudanças Florísticas Durante o Triássico... *Op. cit.*

⁴¹ BORTOLUZZI, C. A.; GUERRA-SOMMER, M. & CAZZULO-KLEPZIG, M. Tafoflora Triássica da Formação Santa Maria, RS, Brasil: II – Representantes de Pteridospermopsida e Pteridophylla... *Op. cit.*
 BORTOLUZZI, C. A.; GUERRA-SOMMER, M. & CAZZULO-KLEPZIG, M. Tafoflora Triássica da Formação Santa Maria, RS, Brasil: I – Equisetales, Ginkgolaes, Coniferales e Pteridophylla ... *Op. cit.*

⁴² GUERRA-SOMMER, M.; CAZZULO-KLEPZIG, M. & BORTOLUZZI, C. A. A Tafoflora Triássica da Formação Santa Maria, Bacia do Paraná, Brasil e sua Importância Bioestratigráfica. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE PALEONTOLOGIA, 3, México, 1985. *Anais...* México, p. 33-41, 1985.

⁴³ GUERRA-SOMMER, M. *et al.* As Floras Triássicas do Rio Grande do Sul... *Op. cit.*

⁴⁴ RAU, W. *Cedroxylon canoasense*, una madera fósil nueva del Rio Grande do Sul. *Revista Sudamericana de Botánica*, Montevideo, v. 1, n. 1-6, p. 65-68, 1934.

⁴⁵ AFONIN, M. Taxonomic Diversity of the Fossil Woods the Cretaceous Deposit of Rússia. In: EUROPEAN PALEO BOTANY-PALYNOLOGY CONFERENCE, 7, Prague, 2006. *Program and Abstracts...* Prague, p. 31, 2006.

TAYLOR, T. N. & TAYLOR, E. L. The Biology and Evolution of Fossil Plants. New York: Prattice Hall, 1993. 939 p.

⁴⁶ GUERRA-SOMMER, M. *et al.* As Floras Triássicas do Rio Grande do Sul... *Op. cit.*

⁴⁷ PIRES, E. T. & GUERRA-SOMMER, M. *Sommeroxylon spiralosus* from Upper Triassic in Southernmost Paraná Basin (Brazil): A New Taxon with Taxacean Affinity. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio e Janeiro, v. 76, n. 3, p. 595-609, 2004.

⁴⁸ ISABELLE, A. *Op. cit.*

⁴⁹ AVÉ-LALLEMANT, R. *Op. cit.*

⁵⁰ BOLZON, R. T. *Lenhos de Dicotyledoneae do Cenozóico da Região de Uruguaiiana, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil*. Porto Alegre, Curso de Pós-Graduação em Geociências (Doutorado em Geociências), Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 199 p., 1999.

⁵¹ BOLZON, R. T. & MAR-CHIORI, J. N. C. Lenhos Fósseis da Região de Uruguaiiana, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Geológica Leopoldensia*, São Leopoldo, v. 25, n. 54, p. 41-63, 2002.

Robson Tadeu Bolzon é biólogo, doutor em Paleontologia e professor do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Paraná.

bolzonrt@ufpr.br

Inês Azevedo é graduada em Ciências Biológicas e doutora em Paleontologia.

ia_ze@yahoo.com.br

Ginkgophyta	<i>Ginkgoites antartica</i>
	<i>Sphenobaiera</i> sp.
	<i>Stenorachis</i> sp.
Coniferophyta	<i>Podozamites</i> sp.
	<i>Cedroxylon canoasense</i>
	<i>Araucarioxylon</i> sp.
	<i>Sommeroxylon spiralosus</i>
Incertae sedis	<i>Taeniopteris</i> sp.
	<i>Sewardia</i> sp.
	<i>Williamsonia</i> sp.
	<i>Carpolithus</i> sp.

Por outro lado, os caules fósseis relacionados à Flora *Araucarioxylon* foram proporcionalmente menos estudados e são atribuídos de maneira geral às Coníferas. Na literatura existem citações para *Araucarioxylon* ou *Dadoxylon*, que são dois gêneros de forma de xilema secundário com características que lembram o arranjo semelhante às araucárias atuais e constituem grupos definidos por poucas características anatômicas frequentes em diferentes famílias, classes ou mesmo divisões.

O material descrito por Rau⁴⁴ como *Cedroxylon canoasense*, necessita de uma revisão. *Cedroxylon* é considerada uma Coniferophyta, mas a família é incerta; algumas espécies desse gênero podem estar incluídas nas Pinaceae.⁴⁵ O exemplar foi coletado em Canoas e provavelmente não está relacionado aos de Santa Maria.⁴⁶

Pires e Guerra-Sommer⁴⁷ descreveram *Sommeroxylon spiralosus* n.gen. et n.sp., que estaria relacionado à família Taxaceae (Ordem Coniferales, Divisão Coniferophyta), constituindo-se em reconhecimento inédito da presença deste grupo e indicando que, no Triássico Final, a família não estava restrita ao hemisfério norte. Os exemplares estudados foram encontrados no Afloramento da Linha São Luiz, município de Faxinal do Soturno, relacionado à Formação Caturrita.

É oportuno comentar que as referências de Isabelle⁴⁸ às dicotiledôneas e de Avé-Lallemant⁴⁹ à Família Myrtaceae ainda não foram comprovadas; dificilmente existem representantes desses grupos dentre os caules de Santa Maria. O primeiro registro é mais recente em termos geológicos, ou seja, não há evidência de caules de dicotiledôneas ou de Myrtaceae para o Triássico ou mesmo Jurássico. Na região de Uruguaiiana, ocorrem lenhos fósseis de dicotiledôneas que incluem Leguminosae⁵⁰ e Myrtaceae⁵¹.



múltiplas faces de
santa maria

