



## 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.<sup>1</sup> O solo é um recurso natural de suma importância na sustentação dos ecossistemas e elemento chave na classificação do potencial de uso das terras.<sup>2</sup> 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.<sup>3</sup> Realizados no campo e no laboratório, levantamentos de solos são trabalhos que visam a identificação, caracterização e espacialização dos solos,<sup>4</sup> 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.<sup>5</sup> 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.<sup>6</sup>

Com mais de 150 anos de história, considerando o ano da sua instalação, o município de Santa Maria apresenta uma área de 1.780km<sup>2</sup> 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.<sup>7</sup> 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.

<sup>1</sup> 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.

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

<sup>3</sup> 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.

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

<sup>5</sup> 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.

<sup>6</sup> 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.

<sup>7</sup> 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.

<sup>8</sup> 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.

<sup>9</sup> AZEVEDO, A. C. *et. al. Op. cit.*

<sup>10</sup> 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.

<sup>11</sup> 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.<sup>8</sup> 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.<sup>9</sup>

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.<sup>10</sup>

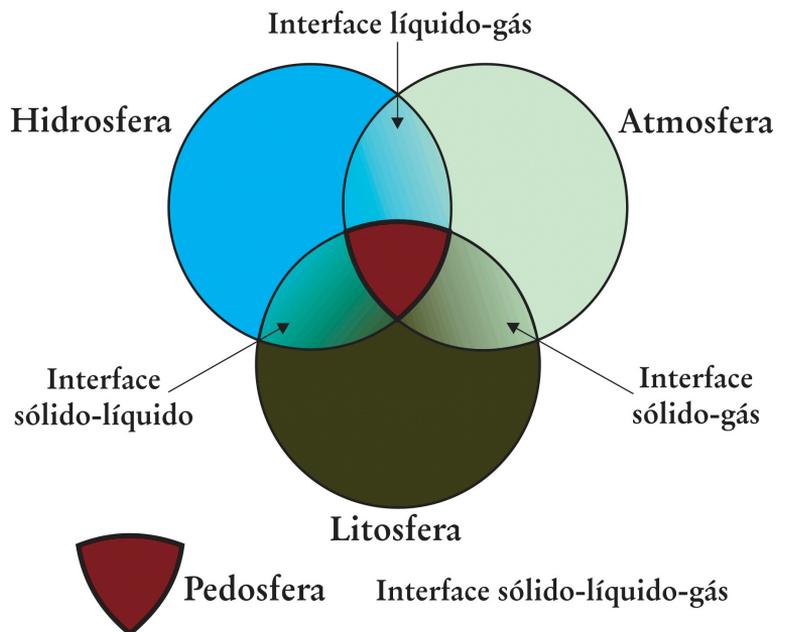


Figura 1: Interfaces das geoesferas e a situação da pedosfera (adaptado de Azevedo *et al.*)<sup>11</sup>.

- <sup>12</sup> 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.
- <sup>13</sup> GIASSON, E. et. al. *Op. cit.*
- <sup>14</sup> 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.
- <sup>15</sup> 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.*
- <sup>16</sup> 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.
- <sup>17</sup> 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 ambientais<sup>12</sup> e garantem benefícios econômicos comprovados pela maior eficiência na seleção e manejo das atividades<sup>13</sup>. 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.<sup>14</sup>

### 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.<sup>15</sup> Os levantamentos de solos servem de base para a determinação do potencial de uso das terras.<sup>16</sup>

Uma das principais informações obtidas por levantamentos de solos é o conhecimento da variabilidade dos mesmos.<sup>17</sup> 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.<sup>18</sup> A relação solo-paisagem, quando bem compreendida, serve de ferramenta na distinção de ambientes pedogenéticos, facilitando o processo de mapeamento dos solos.<sup>19</sup>

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.<sup>20</sup> 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.<sup>21</sup> 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-

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

<sup>19</sup> 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.

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

<sup>21</sup> 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.

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

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

<sup>24</sup> 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 suburban 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.

<sup>25</sup> 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.<sup>22</sup>

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.<sup>23</sup> Além disso, a criação de mapas interpretativos (figura 2) para cada tipo de uso é fundamental para facilitar o acesso às informações geradas.<sup>24</sup>

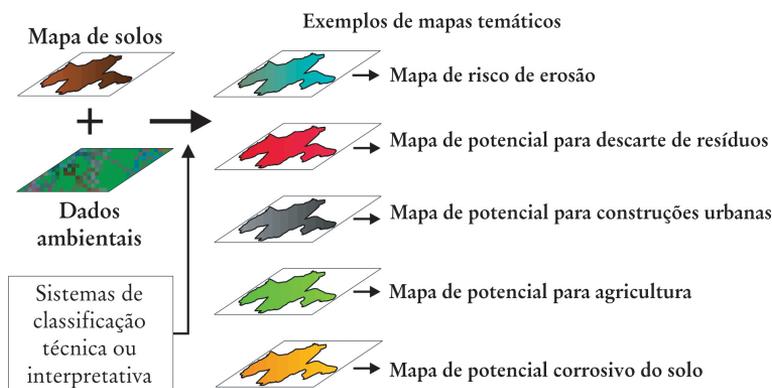


Figura 2: Exemplos de mapas interpretativos gerados para facilitar o entendimento das informações obtidas nos levantamentos de solos (adaptado de Pedron *et al.*<sup>25</sup>).

## 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 RADAMBRASIL<sup>26</sup>, Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Rio Grande do Sul<sup>27</sup> e Levantamento Semidetalhado do Perímetro Urbano de Santa Maria<sup>28</sup>.

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.

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

<sup>27</sup> 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).

<sup>28</sup> 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.

<sup>29</sup> STRECK, E. V. *et. al. Op. cit.*

<sup>30</sup> 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 férteis<sup>29</sup> e com limitações para atividades como descarte de resíduos e construções urbanas, devendo ser utilizados com planejamento adequado.<sup>30</sup>

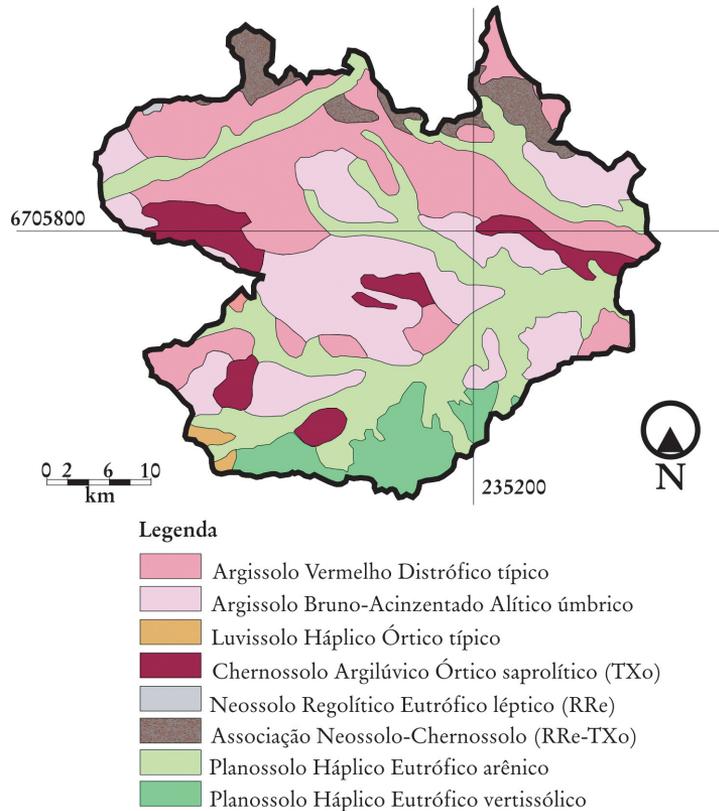


Figura 3: Solos do município de Santa Maria, ampliado do mapa de solos do Rio Grande do Sul<sup>31</sup> publicado na escala 1:750.000 (legenda atualizada conforme Embrapa<sup>32</sup>).

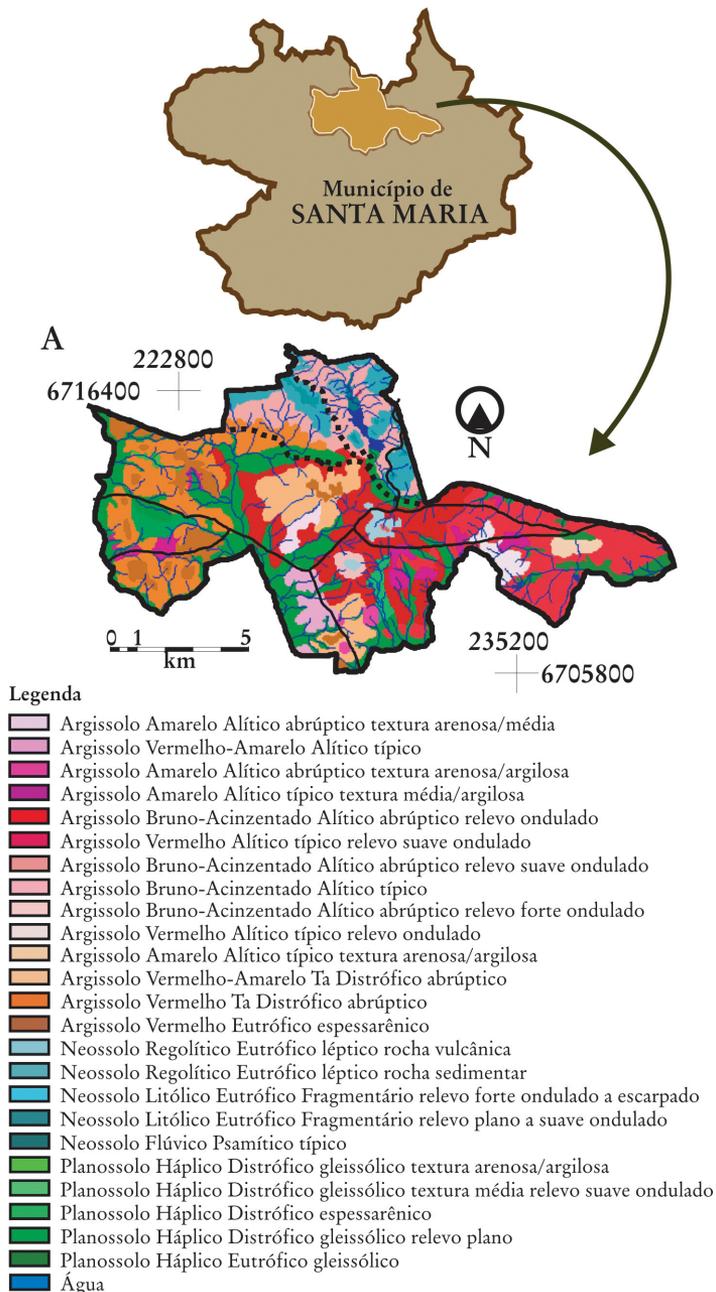
As informações mais detalhadas estão disponíveis somente para o perímetro urbano, na escala 1:50.000.<sup>33</sup> Na figura 4 é possível observar mapa na escala 1:50.000 (figura 4A), ampliado da escala 1:750.000 (figura 4B). Os solos que aparecem nesta última escala são predominantemente o Argissolo Vermelho Distrófico típico, ocupando 70% da área (tabela 1), seguido do Planossolo Háplico Eutrófico arenico, com 20,5%, Associação Neossolo Regolítico Eu-

<sup>31</sup> BRASIL. Ministério da Agricultura. *Op. cit.*

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

<sup>33</sup> 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.



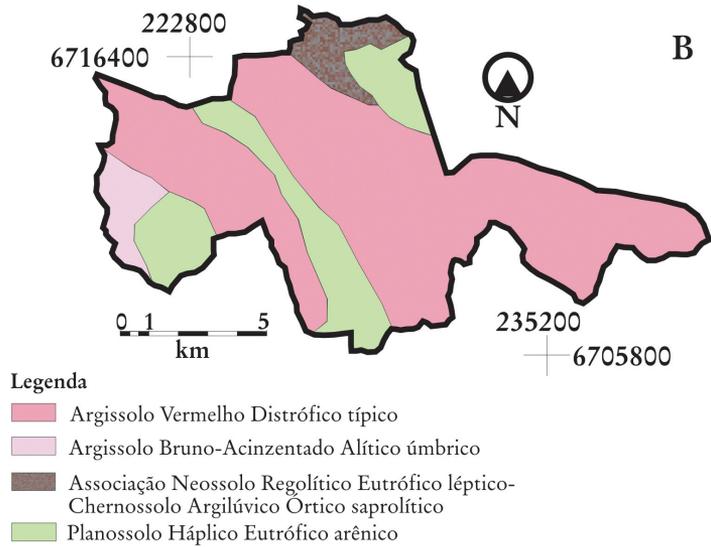


Figura 4: Solos do perímetro urbano de Santa Maria, publicado na escala 1:50.000<sup>34</sup> (A) e ampliado do mapa de solos do Rio Grande do Sul<sup>35</sup> publicado na escala 1:750.000 (B) (legenda atualizada conforme Embrapa<sup>36</sup>).

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

<sup>35</sup> BRASIL. Ministério da Agricultura. *Op. cit.*

<sup>36</sup> 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

<sup>37</sup> DALMOLIN, R. S. D. *et. al.*  
*Op. cit.*

<sup>38</sup> BRASIL. Ministério da Agricultura. *Op. cit.*

<sup>39</sup> 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.<sup>37</sup> 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 ampliada da escala 1:750.000<sup>38</sup> e 1:50.000<sup>39</sup>.

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 Sul<sup>40</sup>, 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.<sup>41</sup>

## 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 Brasil<sup>42</sup>, Klamt *et al.*<sup>43</sup>, Dalmolin & Pedron<sup>44</sup> e Streck *et al.*<sup>45</sup>. 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).

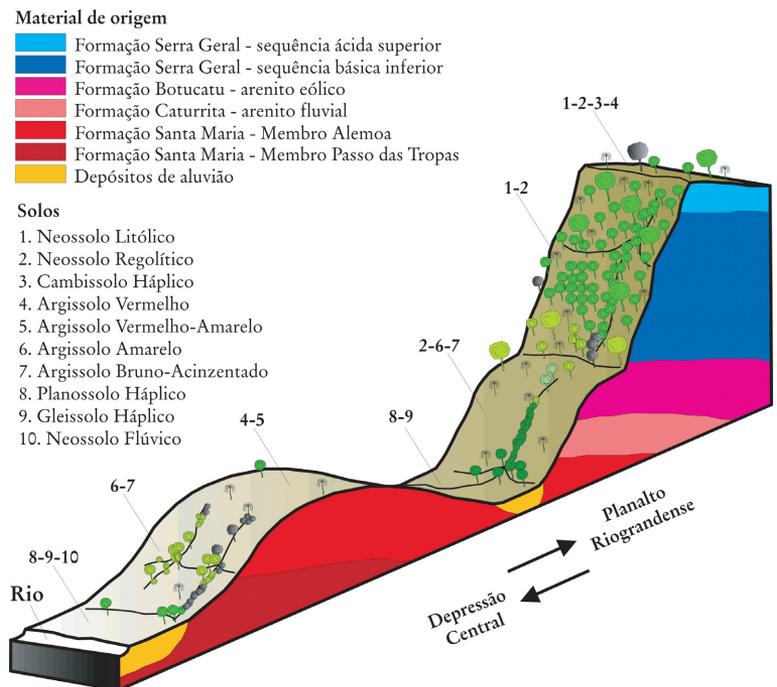


Figura 5: Relação solo-paisagem no município de Santa Maria<sup>46</sup>.

<sup>40</sup> BRASIL. Ministério da Agricultura. *Op. cit.*

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

<sup>42</sup> BRASIL. Ministério da Agricultura. *Op. cit.*

<sup>43</sup> 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.

<sup>44</sup> 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.

<sup>45</sup> STRECK, E. V. *et. al. Op. cit.*

<sup>46</sup> 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 ambiental<sup>47</sup>, 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<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> e atividade de argila maior que 20 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> na maior parte do horizonte B.<sup>48</sup> 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.*<sup>49</sup>, 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).

<sup>47</sup> 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.

<sup>48</sup> EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Op. cit.

<sup>49</sup> STRECK, E. V. *et al.* Op. cit.

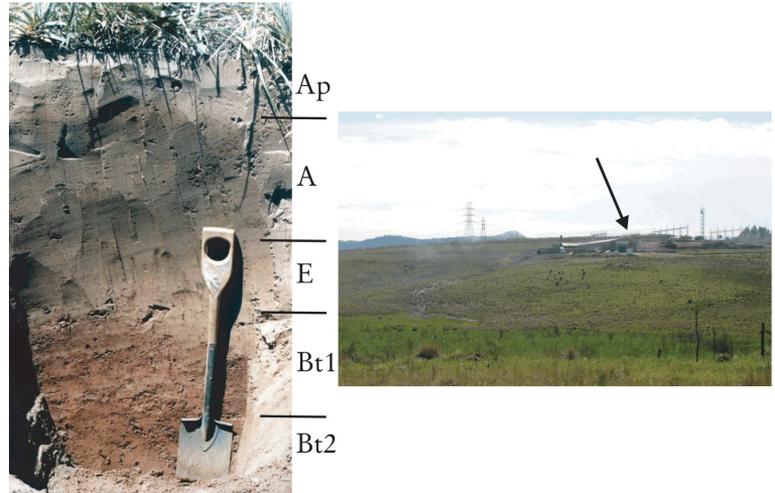


Figura 6: Perfil e paisagem de ocorrência do Argissolo Vermelho no município de Santa Maria.<sup>50</sup>

<sup>50</sup> As fotografias utilizadas no artigo foram produzidas pelos autores.

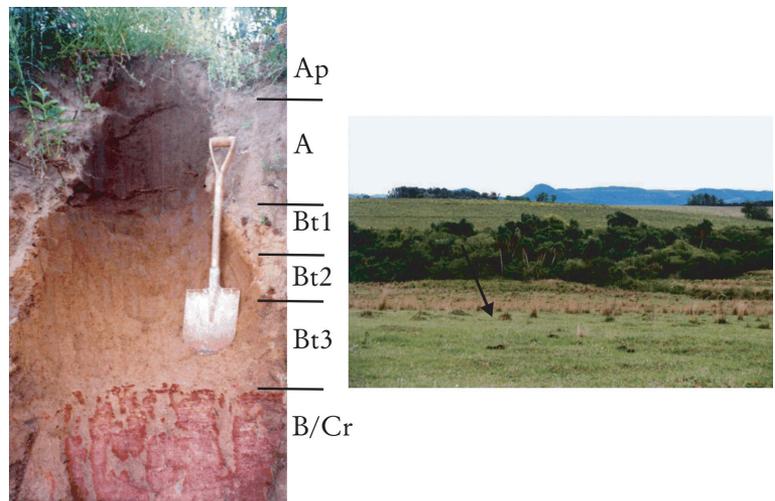


Figura 7: Perfil e paisagem de ocorrência do Argissolo Amarelo no município de Santa Maria.

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.

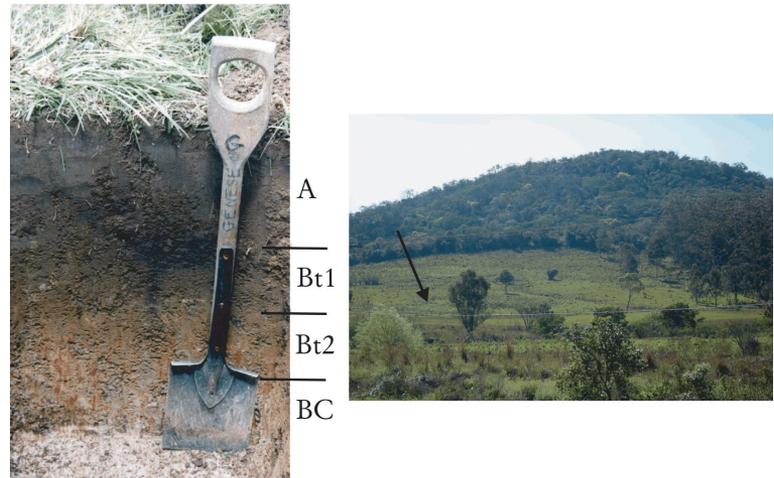


Figura 8: Perfil e paisagem de ocorrência do Argissolo Bruno-Acinzentado no município de Santa Maria.

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.<sup>51</sup> Tais

<sup>51</sup> 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.

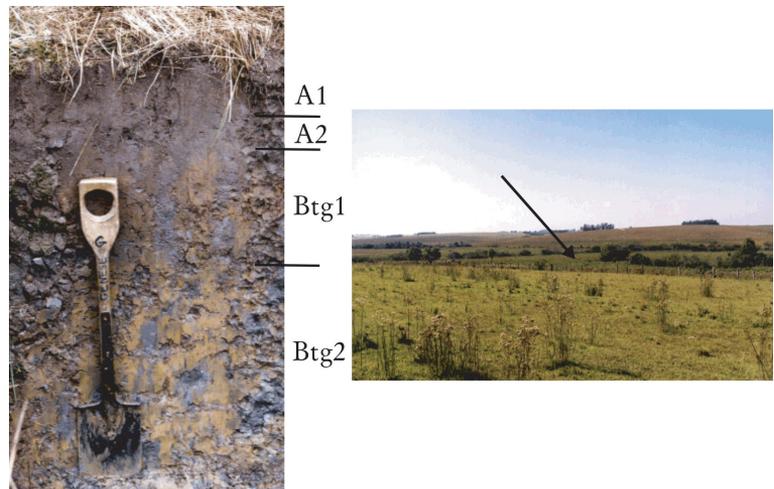


Figura 9: Perfil e paisagem de ocorrência do Planossolo Háplico no município de Santa Maria.

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.<sup>52</sup> 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.

<sup>52</sup> EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Op. cit.

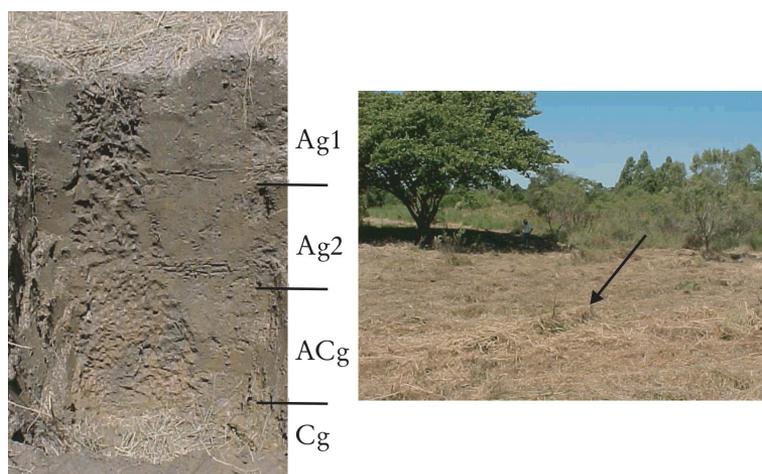


Figura 10: Perfil e paisagem de ocorrência do Gleissolo Háptico no município de Santa Maria.

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.<sup>53</sup> O material de origem destes solos é o basalto (figura 11) ou o arenito (figura 12).

<sup>53</sup> EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Op. cit.

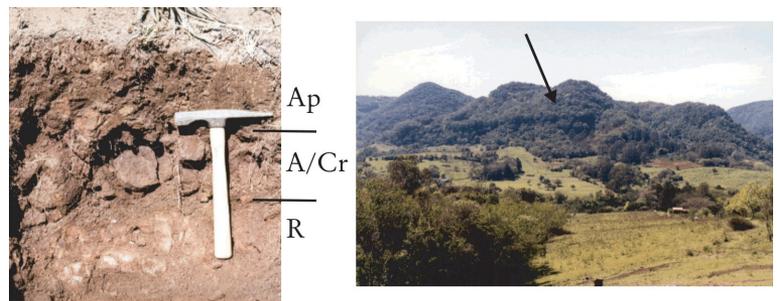


Figura 11: Perfil e paisagem de ocorrência do Neossolo Litólico no município de Santa Maria.

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.

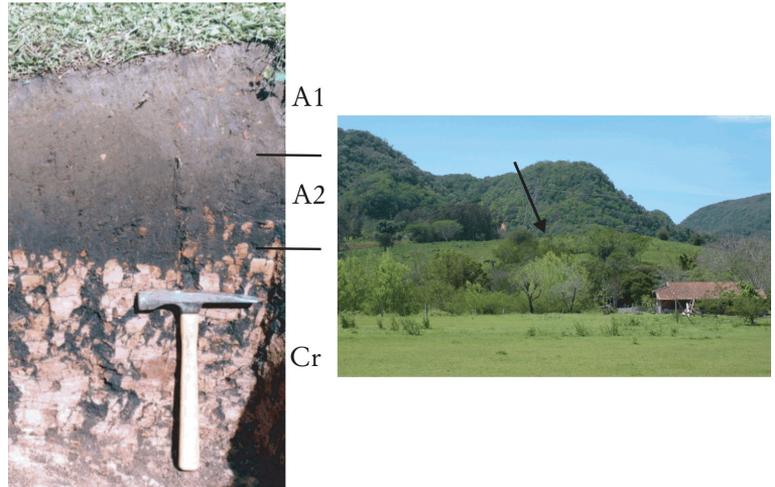


Figura 12: Perfil e paisagem de ocorrência do Neossolo Regolítico no município de Santa Maria.

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.

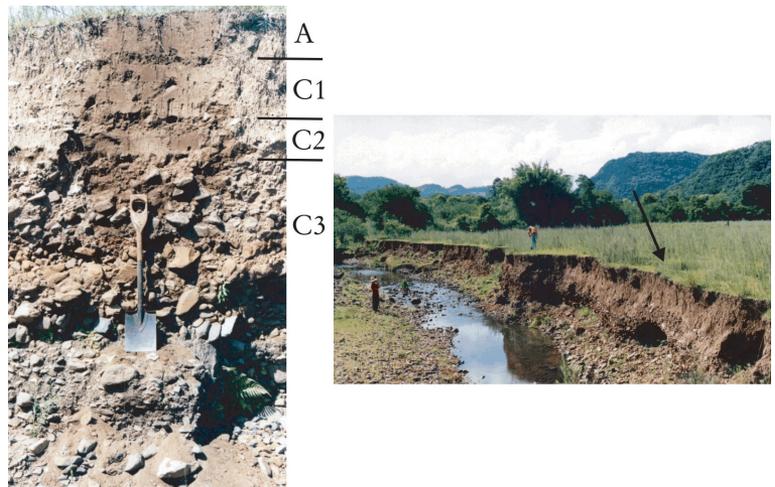


Figura 13: Perfil e paisagem de ocorrência do Neossolo Flúvico no município de Santa Maria.

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

<sup>54</sup> 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.*<sup>54</sup> 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.

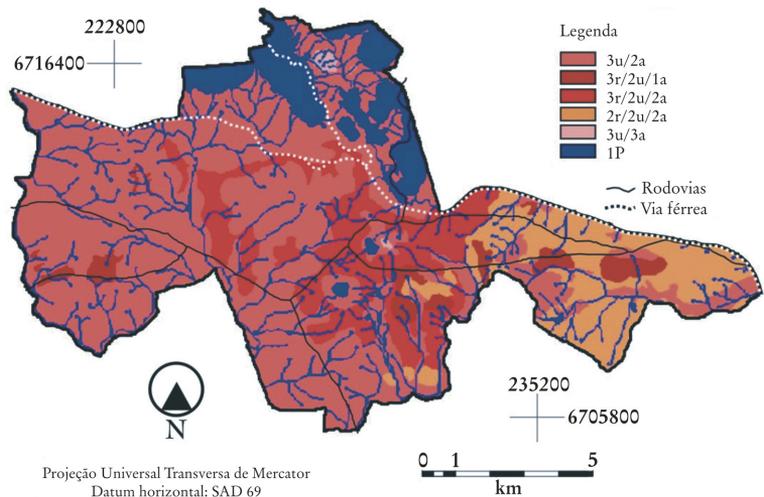


Figura 14: Mapa de potencial de uso urbano das terras do perímetro urbano de Santa Maria.<sup>55</sup>

<sup>55</sup> 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.<sup>56</sup> 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.<sup>57</sup>

### 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.

<sup>56</sup> 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.

<sup>57</sup> 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