

ANÁLISE PEDOLÓGICA E CARACTERIZAÇÃO PAISAGÍSTICA DO JARDIM BOTÂNICO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA ATRAVÉS DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

SOIL SURVEY AND LANDSCAPE CHARACTERIZATION OF THE BOTANICAL GARDEN OF SANTA MARIA FEDERAL UNIVERSITY USING A GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM

PEDRON, Fabrício de A.¹; ZAGO, Ari², DALMOLIN Ricardo S. D.²

RESUMO

O Jardim Botânico da Universidade Federal de Santa Maria (JB-UFSM) foi caracterizado quanto a sua composição pedológica e paisagística, procurando-se obter subsídios a um planejamento integrado, considerando os diferentes componentes da paisagem. Esta análise consistiu de levantamentos a campo e geoprocessamento das informações através do Sistema de Informações Geográficas. O JB-UFSM apresentou três diferentes classes de solos que são: Alissolos, Planossolos e Gleissolos. Estes solos apresentaram diferenças morfológicas, físicas e químicas relacionadas ao desenvolvimento vegetal. O cruzamento dos planos de informações solos, geologia, relevo, cobertura vegetal e drenagem apontaram a diversidade da paisagem local, subsidiando o seu planejamento e manejo. Os solos do JB-UFSM apresentaram fatores limitantes ao desenvolvimento de plantas, enquanto o SIG mostrou-se adequado ao manejo de informações ambientais de um jardim botânico.

Palavras-chave: Levantamento de solos, Pedologia, Botânica, SIG, Paisagismo, Ciência do solo.

INTRODUÇÃO

Com o avanço tecnológico e desenvolvimento industrial das últimas décadas, ocorreu um crescimento urbano acelerado juntamente com a expansão das fronteiras agrícolas, ocasionando danos ambientais consideráveis. Este desenvolvimento urbano e expansão agrícola deu-se de forma desorganizada, sem a devida consideração ao meio ambiente, acarretando redução da qualidade de vida pela degradação dos recursos naturais (RAAL & BURNS, 1996; WENG, 2002). Tal fato tem provocado a destruição de inúmeros ecossistemas, bem como a extinção de espécies vegetais e animais, ocasionando danos, muitas vezes, irreparáveis a toda sociedade.

Os jardins botânicos são áreas verdes projetadas com a intenção de preservar espécies da flora local e regional de importância ecológica, procurando colaborar na reversão dos processos degradativos de origem antrópica. Através de seus acervos vegetais, organizados na forma de coleções botânicas, os jardins botânicos podem desenvolver pesquisas científicas relacionadas à proteção ambiental, contribuindo socialmente através de suas funções recreativas, educacionais, conservacionistas, estéticas e científicas (BGCI, 1998).

Para que os jardins botânicos cumpram, satisfatoriamente, com suas funções, é necessário que haja um planejamento adequado da sua estrutura. Todo o plano de manejo deve ser embasado em um profundo conhecimento

das condições espaciais da área trabalhada (TAPIADOR & CASANOVA, 2003). De acordo com ALVES et al. (2000), a observação e a representação da superfície terrestre são partes importantes na organização do ambiente, e a utilização de ferramentas como o Sistema de Informações Geográficas (SIG), que possibilitam a integração, a organização e a sistematização de informações territoriais, são extremamente úteis ao planejamento e manejo de áreas naturais.

Um SIG pode ser definido como um conjunto de módulos computacionais utilizados para coletar, armazenar, recuperar, transformar e mostrar dados espaciais sobre o mundo real para um conjunto particular de objetos (BURROUGH, 1986). A utilização do SIG tem proporcionado bons resultados quando integrado ao manejo de recursos naturais (FORMAGGIO et al., 1992; DAI et al., 2001; OMAR et al., 2001; PIROLI et al., 2002). Os SIGs são uma excelente ferramenta para investigação de fenômenos relacionados ao meio urbano e rural, proporcionando uma eficiente análise da distribuição dos solos, vegetação, geologia, geomorfologia e hidrologia do terreno (CALIJURI & ROHM, 1994), subsidiando através da ordenação dos dados levantados um planejamento mais adequado à realidade da área trabalhada.

Embora os SIGs estejam sendo amplamente utilizados para análises ambientais, inclusive de parques públicos (STOIANOV et al., 2000), ainda não é difundido o seu uso como suporte ao planejamento e manejo de jardins botânicos no Brasil. Assim, este trabalho teve por objetivo, disponibilizar informações referentes às condições pedológicas e características da paisagem do jardim botânico da UFSM através do SIG, visando subsidiar seu planejamento e manejo dentro de uma visão multidisciplinar, considerando os diferentes componentes da paisagem e suas inter-relações.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido no Jardim Botânico da Universidade Federal de Santa Maria (JB-UFSM), localizado na cidade de Santa Maria – RS, cujas coordenadas de referências são: 29° 43' 06" de latitude sul e 53° 43' 45" de longitude oeste. O JB-UFSM iniciou suas atividades em 1981, sendo implantado sobre uma área de aproximadamente 14,5 hectares (ha), utilizada anteriormente no cultivo convencional de espécies anuais pelo período aproximado de 30 anos, o qual provocou grande degradação dos solos. Não existem informações referentes ao manejo efetuado neste período, bem como, após sua implantação, nenhum trabalho de

¹ Eng. Agr., Aluno de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo, UFSM. – Autor para correspondência: Rua Ilaquídio Rasquin, 25/303-D, N^o Sr^o de Lourdes, Santa Maria, RS, Brasil, 97060-660, e-mail: fapedron@yahoo.com

² Eng. Agr., Dr., Professor Adjunto do Departamento de Solos, CCR, UFSM.

(Recebido para Publicação em 14/05/2003, Aprovado em 30/05/2004)

identificação e análise mais detalhada dos solos e planejamento integrado foi realizado na área.

As informações já existentes sobre a área de estudo, como curvas de níveis com equidistância vertical de um metro, redes de drenagem e o mapa base da área, foram extraídas, respectivamente, do mapa planialtimétrico do JB-UFSM, na escala 1/1.500; da carta topográfica da Diretoria do Serviço Geográfico do Exército (DSG), folha de Camobi – SO (SH.22-V-C-IV/2-SO, MI-2965/2-SO), na escala 1/25.000 e de fotografias aéreas do ano de 1992, na escala aproximada de 1/10.000. Este material foi scanerizado e, posteriormente, geoprocessado com a utilização do aplicativo SPRING 3.6.03 (CAMARA et al., 1996). A georreferência do mapa base (foto aérea) foi realizada com pontos de apoio capturados no campo, com GPS Garmin 12, assim como os limites das manchas de solos.

A análise pedológica foi efetuada através do levantamento detalhado dos solos, de acordo com os critérios da EMBRAPA (1995), utilizando-se ferramentas como a fotointerpretação e transeções recobrimdo toda a área. Amostras foram coletadas dos horizontes A e B com trado do tipo holandês, usando-se o método de BOULET (1988), para seleção dos pontos amostrados. Os perfis representativos foram descritos e coletados segundo LEMOS & SANTOS (1996). As análises químicas, como pH em H₂O (1:1); teores de H + Al³⁺; Al³⁺; Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ (cmol_c kg⁻¹); P (mg L⁻¹) e de carbono orgânico foram realizadas de acordo com EMBRAPA (1997). A capacidade de troca de cátions (CTC) e a saturação por bases foram calculadas. A composição granulométrica foi determinada conforme o método da pipeta, segundo EMBRAPA (1997). O mapa de profundidade do horizonte A foi construído com auxílio do módulo “contour map” do aplicativo Surfer 7.0, com dados coletados em 45 pontos locados em

uma malha irregular, considerando os seguimentos da paisagem. Os solos encontrados no JB-UFSM foram classificados de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999).

A caracterização da paisagem foi conduzida através da análise da sobreposição dos planos de informações (PI's) elaborados, tais como: PI1 - cobertura vegetal, digitalizada a partir do mapa base, considerando as tipologias existentes na área; PI2 - relevo, representado pelo mapa de declividades, com classes de declive propostas por RAMALHO FILHO & BEEK (1995); PI3 - geologia, baseado em levantamento efetuado durante este estudo e no mapa geológico da folha de Camobi (MACIEL FILHO et al., 1988); PI4 - drenagem, digitalizada da carta topográfica do DSG; e PI5 - solos, considerando o levantamento detalhado desenvolvido neste trabalho. Estes PI's foram cruzados entre si, com o auxílio do aplicativo SPRING, gerando informações qualitativas e quantitativas relativas aos diversos ambientes da paisagem. Estas informações foram agrupadas e reclassificadas, permitindo a geração de um mapa de aptidão paisagística do Jardim Botânico e, posteriormente, de informações referentes à adequação do uso das suas áreas. Os mapas finais foram editados nos aplicativos Surfer 7.0 e Corel Draw 10.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi possível observar, através do mapa de solos do JB-UFSM, a distribuição espacial das diferentes classes que ocorrem na área de estudo, suas respectivas áreas em hectares e porcentagem (Figura 1). As principais propriedades morfológicas, físicas e químicas dos solos são apresentadas na Tabela 1.

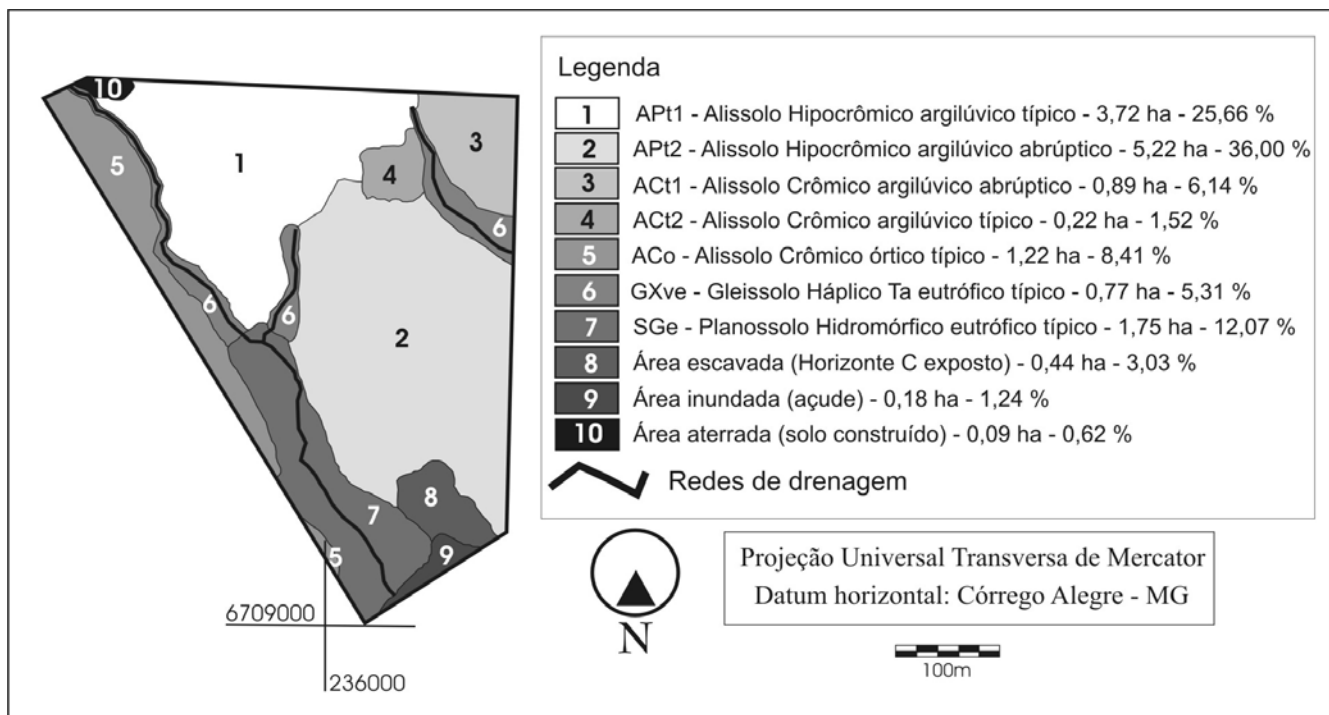


Figura 1 - Mapa de solo do Jardim Botânico da UFSM. Santa Maria - RS, 2003.

Tabela 1 - Propriedades morfológicas, físicas e químicas dos diferentes solos do JB-UFSM. Santa Maria - RS, 2003.

Solos ¹	Horizonte ²	pH (H ₂ O) (1:1)	CTC (pH 7,0) (cmol _c kg ⁻¹)	Al ³⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	V (%)	Carbono (g kg ⁻¹)	Drenagem	Cor úmida (Munsell) ³	Argila (g kg ⁻¹)
APt abrupto	A	5,0	18,0	4,0	50	18,0	Bem drenado	5YR 2,5/2	320
	B	4,9	34,0	16,0	40	11,6	Moderado	2,5YR 2,5/2	740
SGe	A	5,3	13,9	0,1	63	11,1	Mal drenado	10YR 3/2	190
	B	6,0	23,9	0,0	92	2,3	Mal drenado	F(7,5YR 3/0), M(10YR 5/8)	380
ACo	A	4,9	21,0	5,0	32	9,8	Bem drenado	5YR 3/2	360
	B	4,9	25,5	8,1	31	2,3	Bem drenado	2,5YR 4/6	500
APt típico	A	5,1	9,2	2,5	40	7,5	Bem drenado	5YR 3/3	260
	B	5,0	18,0	5,2	20	2,3	Bem drenado	2,5YR 3/4	500
ACt abrupto	A	4,8	16,5	5,2	33	14,5	Bem drenado	5YR 3/4	400
	B	4,8	27,0	10,5	28	5,6	Bem drenado	2,5YR 3/6	620
ACt típico	A	5,1	14,0	3,0	38	24,4	Bem drenado	10YR 3/2	340
	B	5,1	15,0	4,9	28	2,3	Moderado	10YR 4/4	400
GXve	A	5,0	9,5	0,7	61	7,2	Mal drenado	F(10YR 3/3), M(10YR 3/2)	200
	B ausente	-	-	-	-	-	-	-	-

¹ APt – Alissolo Hipocrômico argilúvico; SGe – Planossolo Hidromórfico eutrófico típico; ACo – Alissolo Crômico órtico típico; ACt – Alissolo Crômico argilúvico; GXve – Gleissolo Háptico Ta eutrófico típico.

² As letras “A” e “B” representam a média dos horizontes superficiais (A) e subsuperficiais (B), respectivamente.

³ 5YR 2,5/2: bruno avermelhado escuro; 2,5YR 2,5/2: vermelho muito escuro acinzentado; 10YR 3/2: bruno acinzentado muito escuro; F(7,5YR 3/0): cor de fundo cinzento escuro; M(10YR 5/8): cor do mosqueado bruno amarelado; 5YR 3/2: bruno avermelhado escuro; 2,5YR 4/6: vermelho; 5YR 3/3: bruno avermelhado escuro; 2,5YR 3/4: bruno avermelhado escuro; 5YR 3/4: bruno avermelhado escuro; 2,5YR 3/6: vermelho escuro; 10YR 4/4: bruno avermelhado; F(10YR 3/3): cor de fundo bruno escuro; M(10YR 3/2): cor do mosqueado bruno acinzentado muito escuro.

Os solos classificados como Alissolos ocorrem no terço superior e médio da paisagem, apresentando boa drenagem, com fluxos hídricos internos livres, permitindo a formação de solos mais profundos e com cores avermelhadas no horizonte B. Estes solos apresentam aumento de argila em profundidade e também elevado teor de Al³⁺ ao longo do perfil.

Aproximadamente 77% dos solos do JB-UFSM apresentam teores de alumínio acima de 4 cmol_c kg⁻¹, fato este limitante ao desenvolvimento vegetal (ECHART & CAVALLI-MOLINA, 2001). Os elevados teores de argila no horizonte B também podem ser limitantes ao desenvolvimento radicular de muitas espécies (MATTIAS, 1996), assim como o aumento da quantidade de concreções existentes nestes solos. Os Planossolos ocorrem no terço inferior da paisagem, enquanto os Gleissolos ao longo dos cursos d'água, apresentando má drenagem, caracterizando ambientes hidromórficos (2,52 ha), no qual poderiam ser organizadas diversas coleções botânicas adaptadas a estes locais (BGCI, 1998), evitando, desta forma, a subutilização destas áreas como vem acontecendo no JB-UFSM. O mapa de espessura do horizonte A (Figura 2), revelou que, em 42,2 % da área, este horizonte possui espessura inferior a 30 cm, chegando, em alguns locais, a apenas 5 cm.

A perda do horizonte A é resultado de processos erosivos anteriores ao estabelecimento do JB-UFSM, quando a área era utilizada com lavouras anuais. ALBUQUERQUE et al. (1996), trabalhando em uma área semelhante e próxima ao JB-UFSM, também constatou que a perda da camada superficial do solo era decorrente da erosão. A localização das áreas com horizonte A pouco espesso é essencial para o estabelecimento de um manejo adequado, uma vez que as

condições oferecidas pelo horizonte B são limitantes ao desenvolvimento vegetal, como menor teor de matéria orgânica, maior densidade e falta de O₂ devido à saturação dos microporos com água e redução no volume dos macroporos (ALBUQUERQUE et al., 1996). O mapa de cobertura vegetal (Figura 3), mostra que apenas 36,83%, correspondente à vegetação tipo parque, segue um esquema de plantio planejado, com espécies arbóreas nativas e exóticas. O restante da área, 61,93%, apresenta algum tipo de regeneração vegetal caracterizada pela ausência de coleções organizadas.

Segundo BGCI (1998), as coleções botânicas deveriam privilegiar a vegetação da região. Porém, nenhuma tipologia existente no JB-UFSM caracteriza, de fato, algum ecossistema local ou regional. Formações vegetais locais como a floresta estacional decidual, savana e formações pioneiras (IBGE, 1986), deveriam ser consideradas no planejamento destas áreas.

O mapa de declividade do JB-UFSM (Figura 4), indica que 95,24% da área apresenta declividade inferior a 13%, característico de relevos ondulados a suave ondulados (EMBRAPA, 1999). O estudo geológico da área do JB-UFSM confirmou a existência de material geológico sedimentar, formado por arenitos e siltitos argilosos da Formação Santa Maria em 100% da área, estando de acordo com o mapa geológico da folha de Camobi (MACIEL FILHO, 1988). O material de origem tem influenciado nas propriedades morfológicas e químicas dos solos, os quais apresentam o horizonte superficial arenoso, bastante susceptível a erosão, mesmo sobre declividades pequenas.

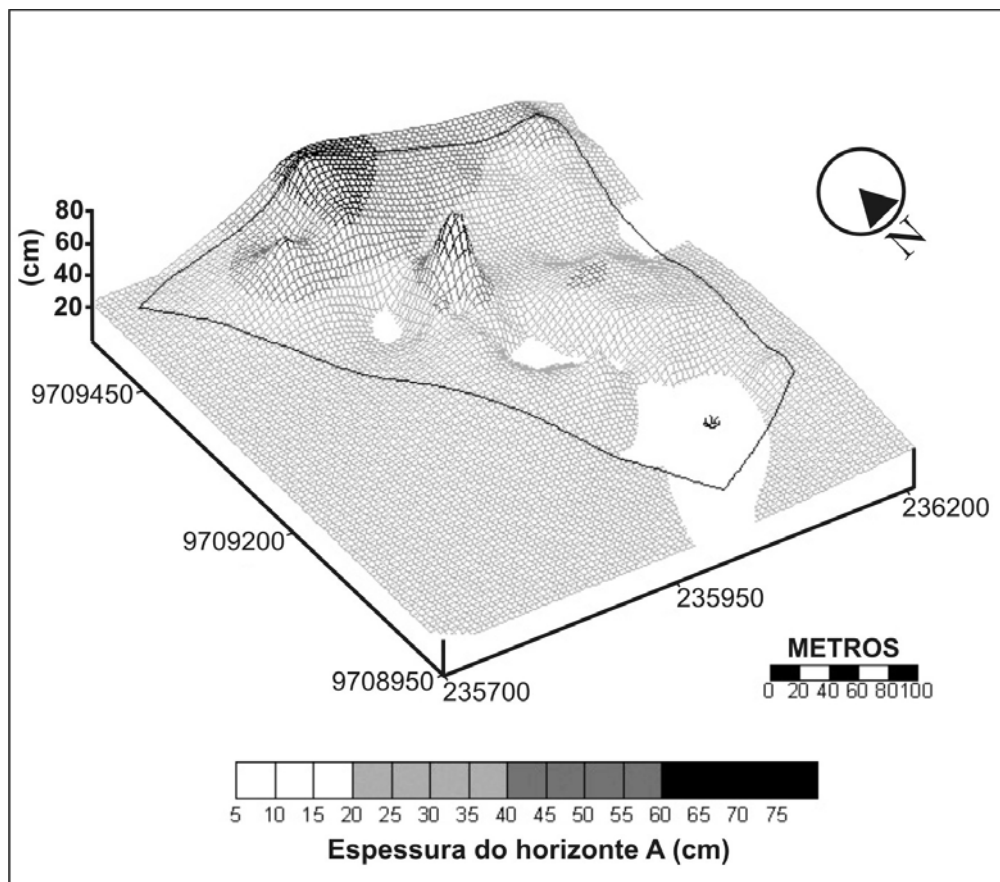


Figura 2 - Mapa de espessura do horizonte A do Jardim Botânico da UFSM. Santa Maria - RS, 2003.

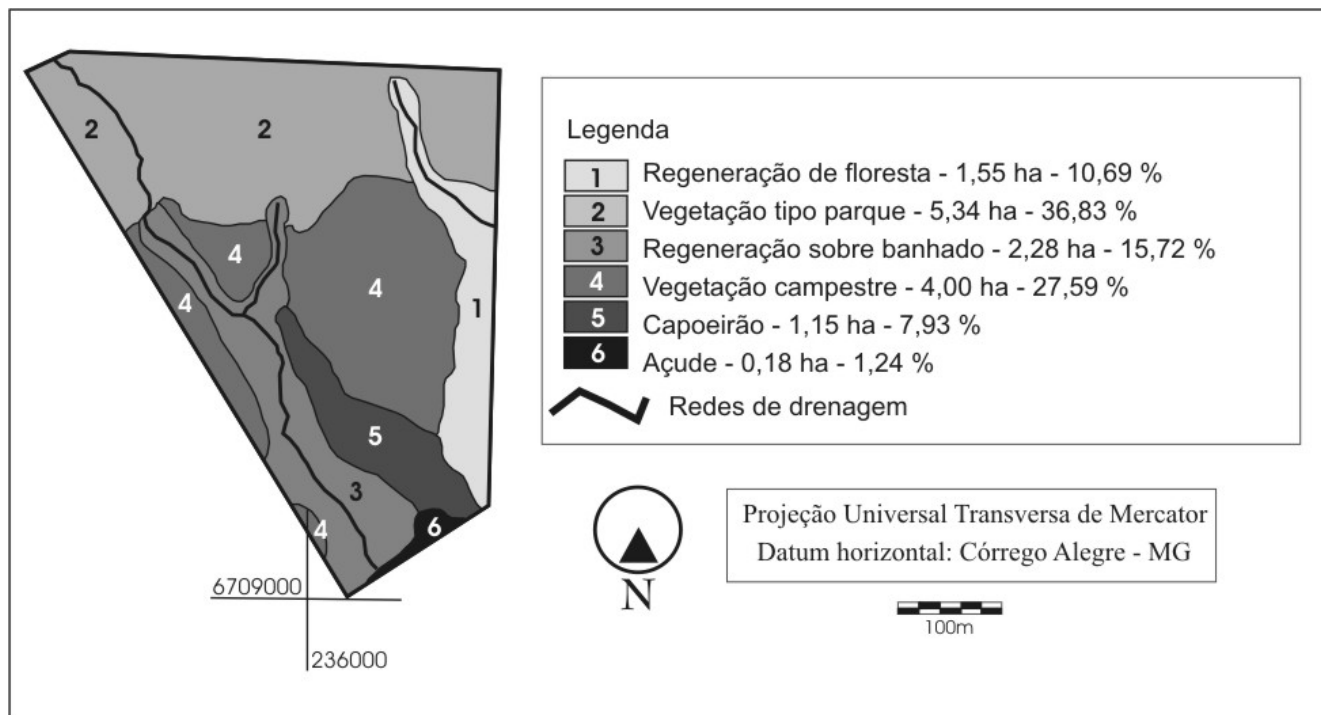


Figura 3 - Mapa de cobertura vegetal do Jardim Botânico da UFSM. Santa Maria - RS, 2003.

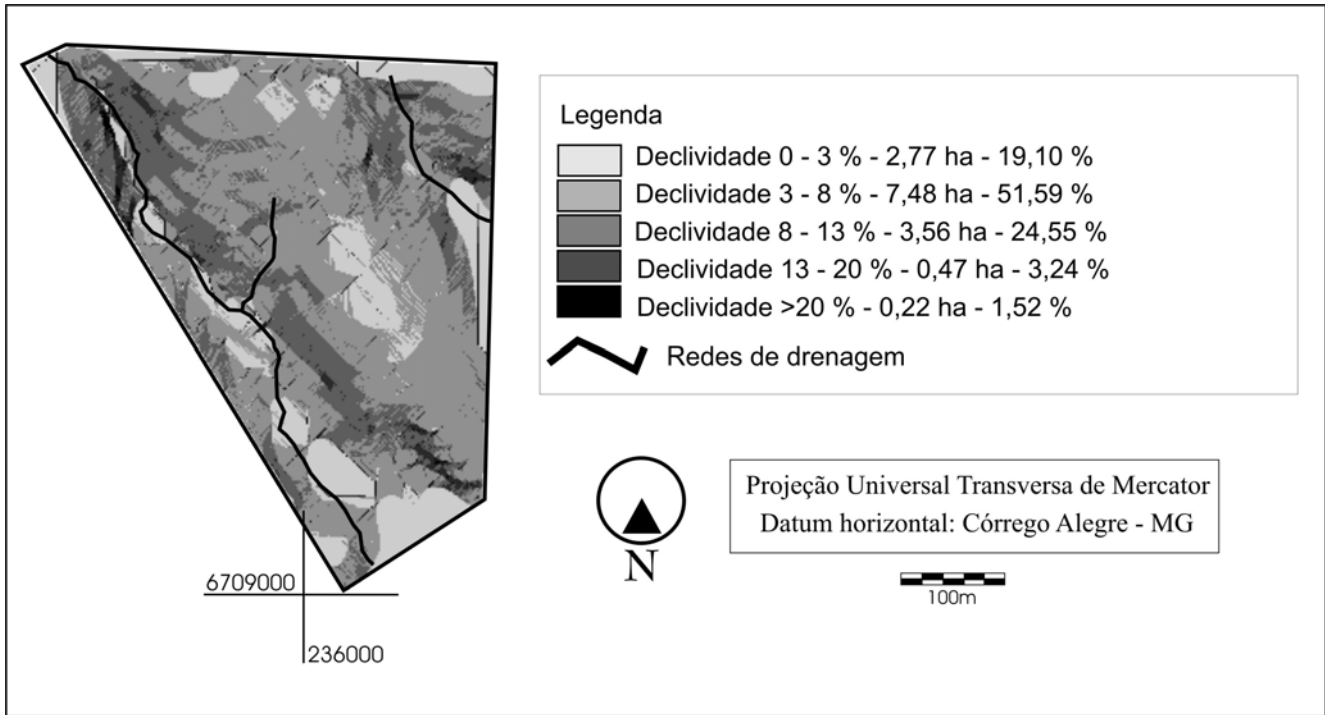


Figura 4 - Mapa de declividade do Jardim Botânico da UFSM. Santa Maria - RS, 2003.

Em relação à drenagem, o JB-UFSM apresenta uma área inundada de 0,18 ha (açude), e dois cursos d'água permanentes que atravessam toda sua extensão (Figuras 1, 3 e 4).

O cruzamento dos diferentes PI's (solo x cobertura vegetal x declividade x geologia x drenagem) resultaria um número de ambientes muito elevado, sem sentido prático para uma área relativamente restrita de 14,5 ha. Desta forma, o mapa de aptidão paisagística do JB-UFSM (Figura 5) foi criado a partir da sobreposição dos PI's solo e declividade, visto que os demais PI's ou são constantes em toda a área, como a geologia, ou apresentam informações já contempladas pelo PI solo, como a drenagem. O PI cobertura vegetal, em particular, foi utilizado na etapa posterior para gerar informações sobre a adequação de uso das áreas do JB-UFSM (Tabela 2), através da sobreposição com o mapa de aptidão paisagística. É importante ressaltar que esta proposta de aptidão paisagística considerou apenas as formações vegetais que ocorrem na região da área de estudo, fornecendo, assim, subsídios à implementação de novas coleções botânicas.

Estas formações, associadas aos ambientes no mapa de aptidão paisagística, foram adaptadas de IBGE (1986), sendo as mesmas associadas à paisagem do JB-UFSM através da comparação de suas características de ocorrência natural e as características das áreas existentes no Jardim

Botânico. O PI solo foi o que apresentou maior influência para a seleção devido a sua variabilidade significativa, principalmente em relação à drenagem e profundidade do horizonte A.

Na Figura 5, as áreas não classificadas são as mesmas áreas aterradas, escavadas e inundadas presentes na Figura 1 (0,71 ha). Estas áreas são inadequadas ao plantio de espécies vegetais, devendo ser evitadas para esta finalidade, podendo, as mesmas, serem utilizadas para construções, depósitos de materiais e equipamentos ou então, usadas para projetos especiais de recuperação ambiental.

Com base na Tabela 2, é possível inferir que apenas 5,34 ha (36,8 %) do JB-UFSM vem sendo utilizados adequadamente, tendo em vista que esta área, coberta por vegetação do tipo parque, abriga uma coleção de espécies arbóreas e arbustivas nativas e exóticas e uma coleção de plantas medicinais. As demais áreas, 9,16 ha (63,2 %), apresentam potencial paisagístico conforme a Figura 5, porém, não estão sendo utilizadas adequadamente, pois as mesmas não possuem coleções organizadas, apresentando regenerações espontâneas, com presença de espécies naturais e exóticas introduzidas, as quais caracterizam muito mais a falta de manejo adequado e de critérios na constituição dos ambientes, que qualquer ecossistema da região.

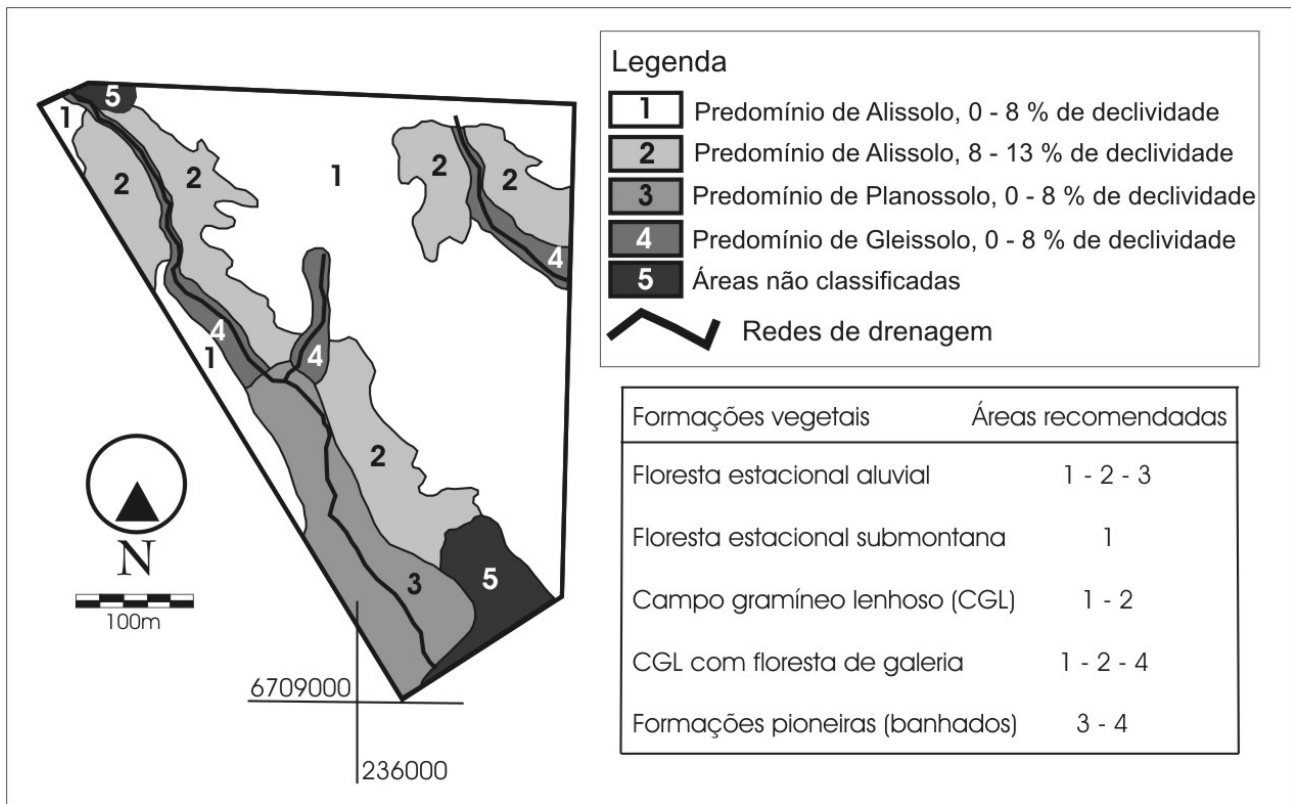


Figura 5 - Mapa de aptidão paisagística do Jardim Botânico da UFSM. Santa Maria - RS, 2003.

Tabela 2 - Dados relativos à adequação de uso das áreas do Jardim Botânico da UFSM. Santa Maria - RS, 2003.

Áreas do mapa de cobertura vegetal	Áreas do mapa de aptidão paisagística (ha)					Total
	1	2	3	4	5	
Regeneração de floresta	1,03	0,28	-	0,24	-	1,55
Vegetação tipo parque	3,23	1,86	-	0,14	0,11	5,34
Regeneração sobre banhado	0,09	0,06	1,74	0,39	-	2,28
Vegetação campestre	3,03	0,85	0,08	0,04	-	4,00
Capoeirão	0,24	0,49	-	-	0,42	1,15
Açude	-	-	-	-	0,18	0,18
Total	7,62	3,54	1,82	0,81	0,71	14,5

CONCLUSÕES

As condições ambientais da área de estudo, particularmente a drenagem, influenciaram na distinção de características e propriedades dos solos estudados.

A paisagem do JB-UFSM apresenta diferentes ambientes os quais não tem sido manejados de maneira adequada, subutilizando áreas com alto potencial paisagístico.

O levantamento detalhado de solo foi determinante para o estabelecimento das áreas com potencial paisagístico, pois foi o PI solo que apresentou maior influência na seleção destes ambientes.

O SIG mostrou-se eficiente como ferramenta utilizada no planejamento e manejo do Jardim Botânico, permitindo o levantamento e gerenciamento de informações de uma maneira rápida e hábil.

ABSTRACT

Soils and landscape in the Botanical Garden of Santa Maria Federal University (JB-UFSM) was surveyed to support an integrated planning. Data collection was done during field surveys and analyzed using a Geographical Information System. Three different classes of soils were found: Alissolo (ULTISOL), Planossolo (ALFISOL) and Gleissolo (ENTISOL). These soils have morphological, physical and chemical differences that affect plant development. The overlapping of the information layers, like soils; geology; relief; vegetable covering and drainage, explained morphological diversity of the local landscape, supplying important information to its planning and management. The soils of JB-UFSM presented properties that may limit the development of plants, while the GIS was considered appropriate to handle the environmental information of a botanical garden.

Key words: Soil survey, Pedology, Botany, GIS, Landscaping, Soil science.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, J. A.; REINERT, D. J.; FIORIN, J. E. Variabilidade de solo e planta em Podzólico Vermelho-Amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.20, p. 151-157, 1996.
- ALVES, H. M. R.; VIEIRA, T. G. C.; ANDRADE, H. Sistemas de informação geográfica na avaliação de impactos ambientais provenientes de atividades agropecuárias. **Informe Agropecuário - Agropecuária e ambiente**, Belo Horizonte, v. 21, n. 202, p. 99-109, janeiro/fevereiro. 2000.
- BGCI – Botanic Gardens Conservation International. **The Darwin technical manual for botanic gardens**. London:BGCI, 1998.
- BOULET, R. Análise estrutural da cobertura pedológica e cartografia. In: **A responsabilidade social da ciência do solo**. Campinas: SBCS, 1988. p. 79 – 90.
- BURROUGH, P. A. **Principles of geographical information systems**. Oxford: Oxford university Press, 1986, 193 p.
- CALIJURI, M. L.; RÖHM, S. A. **Sistemas de informações geográficas**. Viçosa: CCET/DEC – UFV, 1994. 34 p.
- CAMARA, G.; SOUZA, R. C. M.; FREITAS, U. M. et al. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, v. 20, n. 3, p. 395-403, 1996.
- DAI, F. C.; LEE, C. F.; ZHANG, X. H. GIS-based geo-environmental evaluation for urban land-use planning: a case study. **Engineering Geology**, v. 61, p. 257-271, 2001.
- ECHART, C. L.; CAVALLI-MOLINA, S. Fitotoxicidade do alumínio: efeitos, mecanismos de tolerância e seu controle genético. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 3, p.531-541, 2001.
- EMBRAPA. **Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos**. Brasília: EMBRAPA, 1995. 116 p.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 221 p.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solo**. Brasília: EMBRAPA, 1999. 412 p.
- FORMAGGIO, A.R.; ALVES, D.S.; EIPHANIO, J.C.N. Sistemas de Informações Geográficas na obtenção de aptidão agrícola e de taxa de adequação de uso das terras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 16, p. 249-256, 1992.
- 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, 1986.
- LEMOES, R. C. de; SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 3. ed. Campinas: SBCS, 1996. 84 p.
- MACIEL FILHO, C. L.; SARTORI, P. L.P.; VEIGA, P. et al. **Mapa geológico da Folha de Camobi**. Santa Maria: UFSM, 1988.
- MATTIAS, J. L. **Levantamento detalhado de solos da área experimental do departamento de solos da UFSM e delimitação da superfície da mudança textural abrupta**. Santa Maria, 1996. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria.
- OMAR, S. A. S.; MISAK, R.; KING, P. et al. Mapping the vegetation of Kuwait through reconnaissance soil survey. **Journal of Arid Environments**, v. 48, p. 341-355, 2001.
- PIROLI, E. L.; BECKER, E. L. S.; BOLFE, E. L. et al. Análise do uso da terra na microbacia do arroio do Meio – Santa Maria – RS, por sistema de informações geográficas e imagens de satélite. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 3, p. 407-413, 2002.
- RAAL, P. A.; BURNS, M. E. R. Mapping and conservation importance rating of the South Africa coastal vegetation as an aid to development planning. **Landscape and Urban Planning**, v. 34, p. 389-400, 1996.
- RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, 1995.
- STOIANOV, I.; CHAPRA, S.; MAKSIMOVIC, C. A framework linking urban park land use with pond water quality. **Urban Water**, v. 2, p. 47-62, 2000.
- TAPIADOR, F. J.; CASANOVA, J. L. Land use mapping methodology using remote sensing for the regional planning directives in Segovia, Spain. **Landscape and Urban Planning**, v. 62, p. 103-115, 2003.
- WENG, Q. Land use change analysis in the Zhujiang Delta of China using satellite remote sensing, GIS and stochastic modeling. **Journal of Environmental Management**, v. 64, p. 273-284, 2002.