

LEVANTAMENTO E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS EM ÁREAS URBANAS: IMPORTÂNCIA, LIMITAÇÕES E APLICAÇÕES

SOIL SURVEY AND CLASSIFICATION IN URBAN AREAS: IMPORTANCE, LIMITATIONS AND APPLICATIONS

Fabrício de Araújo Pedron¹; Ricardo Simão Diniz Dalmolin²; Antonio Carlos de Azevedo²; Marcio Ramos Botelho³; Fábio Pacheco Menezes⁴

- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA -

RESUMO

A expansão acelerada dos centros urbanos tem afetado negativamente os recursos naturais. Um dos elementos da paisagem que sofre mais pressão devido aos efeitos da urbanização é o solo. Nesse sentido, existe uma carência de informações sobre os solos de ambientes urbanos, sendo o seu mapeamento e sua classificação fundamentais na determinação do seu potencial de uso. Esta revisão visa fomentar a discussão sobre métodos de levantamento de solos e sistemas de classificação quanto a sua adequação quando utilizados no estudo de áreas urbanas. Adaptações nos métodos de levantamento de solos e sistemas de classificação taxonômicos, bem como a criação de sistemas técnicos de classificação de terras urbanas se fazem necessários para o subsídio de informações importantes ao planejamento ambiental de espaços urbanos.

Palavras-chave: solos urbanos, uso da terra, pedologia, urbanização.

ABSTRACT

The fast growing of urban centers has negatively affected the natural resources. Soil is one of the landscape elements that suffer more pressure due to such use. In addition, there is a lack of information regarding soils from urban environments, being the mapping and classification of those soils, important in the determination of their potential of use. This review seeks to provoke the discussion of methods of soil survey and soil classification systems and its adaptation when used in the study of urban areas. Adaptations in the methods of soil survey and systems of taxonomic classification, as well as the creation of technical systems of urban land classification is necessary to subsidize important information for the environmental planning of urban spaces.

Key- words: urban soils, land use, pedology, urbanization.

INTRODUÇÃO

O fenômeno da urbanização promove inúmeros impactos sobre a paisagem urbana e rural. Intensificada no Brasil a partir da década de 70, a urbanização é considerada um processo inevitável resultante da organização social humana que visa à adequação e melhoria da qualidade do ambiente, proporcionando melhores condições de vida em comunidade. No entanto, a falta de planejamento quanto à expansão das cidades acaba por degradar o ambiente, dificultando sua recuperação e aumentando os custos deste processo.

Um dos elementos da paisagem mais afetados pela urbanização é o solo. Considerado um corpo natural com características resultantes da interação de vários fatores e

processos de formação, o solo apresenta funções vitais para o sistema urbano como, por exemplo, suporte as obras de engenharia e vida vegetal, além de atuar como um filtro natural, regulando o ciclo hidrológico e impedindo que diversas substâncias tóxicas sejam dispersadas no meio ambiente. Assim, a maioria das atividades resultantes do processo de urbanização afetarão diretamente o recurso solo, com maior ou menor intensidade, podendo muitas vezes aumentar o grau de degradação do ambiente, afetando também a qualidade de vida da população.

O solo possui propriedades intrínsecas que determinam sua aptidão e limitação de uso, as quais são muitas vezes desconsideradas durante as atividades de construção civil. É comum nos centros urbanos a conversão de ambientes frágeis em áreas construídas, os quais oferecem riscos devido à sua instabilidade, como encostas de morros, banhados e margens de cursos d'água. Esses ambientes desempenham papel importante no equilíbrio natural, devendo ser preservados das pressões antrópicas.

Existe uma carência muito grande de informações sobre os solos existentes sob as cidades, sendo essas necessárias para um melhor planejamento de uso desse recurso natural. O mapeamento e classificação dos solos, ao considerar suas características e propriedades morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas, permite determinar seu potencial de uso. Estas informações, juntamente com o diagnóstico do avanço urbano e o mapeamento das áreas de risco, são úteis ao planejamento do uso racional desses espaços.

O objetivo deste texto foi reunir informações sobre questões que permeiam o levantamento e a classificação de solos em áreas urbanas, visando fomentar a discussão em torno dos métodos de levantamento de solos e dos sistemas de classificação taxonômicos e técnicos, quanto a sua utilização em ambientes urbanos.

O processo de urbanização e seus impactos ambientais

O processo de urbanização ocorreu, de forma acentuada, devido aos efeitos da industrialização, do grande crescimento demográfico e da forte migração rural (ROSSATO, 1993). No Brasil, o processo industrial iniciou seu crescimento significativo na década de 30, intensificando-se a partir da década de 70. Dados do censo de 1991 mostram que a população urbana no Brasil cresceu de 12,8 milhões na década de 40 para 110,9 milhões no início da década de 90, atingindo 137,9 milhões no censo de 2000 (IBGE, 2005). A

¹ Eng. Agr. MSc., Professor Substituto do Departamento de Solos, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

² Eng. Agr.Dr., Professor Adjunto do Departamento de Solos, UFSM, Santa Maria, 97105-900, Campus UFSM, prédio 42, sala 3309, e-mail<dalmolin@ccr.ufsm.br>.

³ Geógrafo, MSc., Professor Substituto do Departamento de Solos, Universidade Federal de Pelotas.

⁴ Biólogo, Professor Substituto do Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, UFSM.

taxa de urbanização subiu de 32 % em 1940 para 75 % em 1991 (DA COSTA & CINTRA, 1999), chegando a 81 % em 2000, evidenciando o atual caráter urbano do país (BRASIL, 2004).

A grande e rápida concentração populacional nos centros urbanos tem dificultado a adoção de políticas públicas que possibilitem a organização social e ambiental dessas áreas. Na maioria dos casos, o crescimento urbano ocorreu de forma desorganizada, sem a devida preocupação com a qualidade paisagística e o bem estar de seus habitantes (DA COSTA & CINTRA, 1999). O desconhecimento da paisagem local e seus mecanismos ecológicos, aliado à inexistência de planejamento multidisciplinar da urbanização, promovem efeitos adversos à qualidade do ambiente urbano (EL ARABY, 2002). De acordo com DA SILVA & MAGALHÃES (1993), algumas técnicas usadas no processo de urbanização rompem os ciclos naturais, tais como a impermeabilização da superfície do solo, desrespeito às condições topo-pedológicas locais, elevação do albedo em áreas construídas, uso dos solos e das águas para descarte de resíduos não tratados e insuficiência de vegetação no meio urbano.

Solos urbanos

O termo “solos urbanos” refere-se aos solos que se encontram no meio urbano (STROGANOVA & AGARKOVA, 1993; JIM, 1998; CRAUL, 1999; DE KIMPE & MOREL, 2000), e objetiva ressaltar um conjunto de possíveis modificações nas suas propriedades, típicas do meio urbano (PEDRON et al., 2004a). Porém, a maior dificuldade é distinguir as características pedogenéticas daquelas resultantes do uso urbano, haja vista a complexidade das atividades humanas neste ambiente e seus efeitos sobre a cobertura pedológica (BLUME, 1989).

Segundo DE KIMPE & MOREL (2000), outras definições são apresentadas para solos urbanos, considerando sua natureza e intensidade de alteração. Muitas vezes solos urbanos são equivalentes a uma subdivisão de solos antrópicos, no entanto, muitas áreas urbanas, como parques e campos naturais, não se caracterizam pelas modificações típicas de atividades urbanas. Portanto, destaca-se que nesse texto, “solos antrópicos” é um termo que contempla aqueles significativamente modificados pelo uso intenso e continuado do homem através da exploração agrícola, mineral, urbana, entre outras, enquanto “solos urbanos” refere-se a solos que se encontram no ambiente urbano, modificado ou não pela ação humana.

A influência antrópica nos solos encontrados no meio urbano pode provocar diversas alterações morfológicas, físicas e químicas (SCHLEUß et al., 1998). As modificações mais freqüentes no solo em áreas urbanas são a remoção dos horizontes superficiais em áreas de corte e a estratificação de camadas com materiais distintos nas áreas de aterro, introdução de materiais exógenos provenientes de descartes de construções utilizados para reconstituição do solo removido (JIM, 1998), aumentando a variabilidade horizontal e vertical do solo devido à distribuição do material, muitas vezes, de forma heterogênea na área (DE KIMPE & MOREL, 2000). Esta heterogeneidade morfológica do solo é importante, pois causa descontinuidades nos fluxos para manutenção do equilíbrio ambiental (AZEVEDO & DALMOLIN, 2004). As alterações na densidade, porosidade, estrutura e textura ocasionadas pelas atividades humanas sobre os solos, assim como a adição de substâncias que contenham elementos químicos potencialmente tóxicos, afetam todo o ambiente urbano. Embora processos naturais, como os pedogenéticos, possam

imprimir alterações semelhantes nos solos, as atividades antrópicas caracterizam-se e distinguem-se desses pela sua intensidade e rapidez.

Os solos no meio urbano apresentam diversas funções, tais como: suporte e fonte de materiais para obras civis, sustento da agricultura urbana, suburbana e de áreas verdes, meio para descarte de resíduos e armazenamento e filtragem de águas pluviais, porém deve ser utilizado conforme o seu potencial de uso, observando suas potencialidades e respeitando suas limitações e fragilidades. O uso inadequado do recurso solo no meio urbano pode provocar problemas relacionados à compactação, erosão, poluição, inundações, deslizamentos e transmissão de doenças, os quais são resultantes da falta de conhecimento do comportamento dos solos quando submetidos às aplicações urbanas. Em todos os casos citados ocorre redução da qualidade de vida e, em muitos, os prejuízos são irreparáveis ou sua recuperação é inviável (PEDRON et al., 2004a).

Levantamento dos solos urbanos

Levantamentos de solos são trabalhos executados no campo, escritório e no laboratório, e 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 (EMBRAPA, 1995; KLAMT et al., 2000; DALMOLIN et al., 2004). Os levantamentos de solos servem de base para a determinação do potencial de uso das terras. A definição de “terra” é mais abrangente que “solo”, englobando esses e os demais elementos do ambiente, como relevo, clima, vegetação, recursos hídricos e outros (DENT & YOUNG, 1993; NASCIMENTO et al., 2004).

Visto que o solo desempenha uma série de funções ecológicas importantes no meio urbano (AZEVEDO, 2004), seu levantamento e mapeamento devem ser considerados básicos para o planejamento de ações dirigidas à conservação natural e a qualidade desses ambientes (MORRIS, 1966; STROGANOVA & AGARKOVA, 1993). O uso racional dos espaços urbanos e suburbanos exige o conhecimento prévio das características e limitações dos solos, as quais são obtidas através dos levantamentos pedológicos e de aspectos do meio físico, constituindo informações adequadas para a sua classificação e interpretação (WITWER, 1966; PEDRON, 2005).

A rápida conversão de uma sociedade rural para urbana e os seus efeitos adversos sobre os recursos naturais e qualidade de vida da população tem tornado os estudos dos solos nestes ambientes cada vez mais necessários. Apesar disso, atualmente, são raras as cidades que apresentam informações adequadas sobre o recurso solo disponíveis para seus gestores. Este fato abre uma grande oportunidade para execução destes trabalhos. Outro aspecto é que mesmo alguns especialistas já tendo alertado sobre a importância do estudo dos solos nas cidades (BARTELLI et al., 1966), foi só recentemente que profissionais responsáveis pelo levantamento e classificação de solos despertaram interesse para este campo de trabalho (MOREL & DE KIMPE, 1998; GHERARDI et al., 2003; PEDRON et al., 2004a).

Entretanto, o levantamento de solos em áreas urbanas e o uso de suas informações devem ser adaptados para uma melhor compreensão daqueles profissionais que as utilizam. Conforme KELLOGG (1966) e DE KIMPE & MOREL (2000), os princípios do levantamento e classificação de solos para áreas urbanas são os mesmos utilizados para áreas rurais,

porém, o desafio maior é adaptá-los ao ambiente urbano, visto que estes são relativamente distintos, implicando em limitações dos métodos convencionalmente usados (PEDRON, 2005).

Os métodos de levantamento de solos convencionais foram desenvolvidos para áreas rurais, e apresentam limitações na sua aplicação em áreas urbanas, referentes aos métodos de amostragens, aos atributos do solo diagnosticados e ao formato de apresentação dos resultados. Em áreas urbanas com alta taxa de ocupação dos solos e alteração da paisagem, torna-se difícil fazer uso da relação solo - paisagem (GHERARDI et al., 2003; PEDRON et al., 2004b). A validação do modelo solo - paisagem é peça importante na concepção do levantamento de solos, servindo de ferramenta na distinção de ambientes pedogenéticos, facilitando o processo de mapeamento deste recurso natural (HALL, 1983; SMECK et al., 1983; LAMMERS & JOHNSON, 1991; HUDSON, 1992; DALMOLIN & PEDRON, 2004; BOCKHEIM et al. 2005). As transformações no relevo devido às obras de cortes e aterros somadas à alta densidade de ocupação do espaço urbano, freqüentemente inviabilizam a utilização desta relação, tornando o levantamento de solos nessas áreas urbanas mais complexo. Além disso, a alta densidade de ocupação dificulta as amostragens do solo devido à alta taxa de impermeabilização dos terrenos e o acesso a propriedades particulares (PEDRON et al., 2004b).

Outra limitação é a diversidade de atividades desenvolvidas no meio urbano que requer informações específicas sobre os solos. A investigação realizada nos levantamentos de solos rurais concentra-se em atributos do solo relacionados à produção vegetal. Então, no meio urbano o desafio é levantar informações pertinentes ao comportamento físico-químico dos solos que satisfaçam as necessidades de profissionais como arquitetos, engenheiros, geólogos, geógrafos, biólogos entre outros, importantes no processo de desenvolvimento destes espaços. Ou seja, levantamentos de solos em áreas urbanas devem ter caráter multidisciplinar.

Por fim, outra questão a ser considerada é o formato de apresentação dos resultados finais destes levantamentos. Realizados pelos pedólogos, profissionais da ciência do solo representados na sua maioria por engenheiros agrônomos, os levantamentos devem ser apresentados de forma clara e adequada para que cada área de atuação possa utilizá-los sem maiores dificuldades. A criação de mapas interpretativos para cada tipo de uso é fundamental para facilitar o acesso às informações (HUNTER et al., 1966; WITWER, 1966; STROGANOVA & AGARKOVA, 1993).

Classificação dos solos urbanos

A classificação de solos possui importância fundamental na organização sistemática das informações sobre esse recurso. A sistematização das observações de campo pela classificação dos solos visa promover e facilitar o entendimento, a lembrança, a generalização das informações obtidas e, até mesmo, a predição daquelas não coletadas (KELLOGG, 1963), além de estabelecer grupamentos para fins de interpretações utilitárias (CLINE, 1949). Os sistemas de classificação de solos podem ser naturais ou taxonômicos, quando baseados em propriedades observadas (EMBRAPA, 1999), e técnicos ou interpretativos, quando construídos sobre propriedades selecionadas voltadas a um determinado tipo de uso (LEPSCH et al., 1991; RAMALHO FILHO & BEEK, 1995; PEDRON, 2005).

Sistemas de classificação taxonômica

A quase totalidade dos sistemas de classificação de solos no mundo são morfogenéticos, ou seja, usam critérios morfológicos relacionados aos processos de formação dos solos para definir as classes do sistema. Muitos desses sistemas contemplam o termo "solos antrópicos", como o sistema da FAO e o francês (SPAARGAREN, 2000), o WRB (ISSSWG RB, 1998) e o australiano (ISBELL, 1996). Solos urbanos têm sido discutidos mundialmente como uma subdivisão dos solos antrópicos, como já ocorrem em alguns sistemas de classificação: sistema russo (POPKOV & DEMENT'EVA, 2002) e o sistema da FAO (FAO, 1994). Há uma certa dificuldade na definição de critérios (atributos diagnósticos) para classificação dos solos urbanos, já que as atividades humanas são complexas e podem ser detectadas pela maior concentração de metais pesados (MADRID et al., 2002; MANTA et al., 2002), metano (BLUME, 1989), deposição de rejeitos de construção e industriais (ALEXANDROVSKAYA & ALEXANDROVSKIY, 2000), e/ou alteração do regime hídrico e térmico do solo (STROGANOVA & AGARKOVA, 1993).

Esta variedade de efeitos, resultantes da ação humana, dificulta o estabelecimento de um sistema de classificação de solos para o meio urbano. Segundo PEDRON et al. (2004a), a diversidade de alterações nos solos do meio urbano dificulta a sua classificação pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS (EMBRAPA, 1999), o qual até então não contempla o termo solos antrópicos ou urbanos. A inclusão de uma nova classe ou subclasse que contemple as modificações características destes ambientes, se faz necessário devido a sua área de ocorrência e as atividades importantes que se desenvolvem sobre elas, tais como assentamentos humanos e agricultura urbana (PEDRON, 2005). O SiBCS trabalha com a possibilidade da inclusão futura da ordem dos Antropossolos, a qual vem sendo discutida desde o XXIX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, realizado em Ribeirão Preto, São Paulo, no ano de 2003.

Sistemas de classificação técnica ou interpretativa

Os sistemas de classificação técnica se propõem a determinar o potencial de uso das terras baseados em diferentes informações ambientais, sociais e econômicas para um ou mais tipos de utilização (FAO, 1976). Informações referentes a este potencial são fundamentais ao planejamento de áreas agrícolas, urbanas, industriais, recreacionais, etc., permitindo a utilização adequada das terras, sem degradação do meio ambiente (DALMOLIN & PEDRON, 2004; NASCIMENTO et al., 2004).

As classificações técnicas são importantes porque tornam os resultados dos levantamentos pedológicos úteis e acessíveis para os diferentes tipos de atividades humanas (DENT & YOUNG, 1993; RAMALHO FILHO & PEREIRA, 1999). São exatamente os sistemas técnicos ou interpretativos, expressos em mapas, que fazem a ponte entre o pedólogo e os demais profissionais que utilizam as informações do solo e de outros elementos da paisagem para o planejamento dos espaços urbanos (HUNTER et al., 1966).

No Brasil, os sistemas de classificação técnica mais difundidos são o sistema de capacidade de uso das terras (LEPSCH et al., 1991) e o sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras (RAMALHO FILHO & BEEK, 1995), ambos direcionados ao seu uso agrícola. Além desses sistemas, outros trabalhos também abordam a questão do potencial de uso das terras como o de STRECK et al. (2005) e AMARAL

(2005). No entanto, o problema maior está relacionado com a escassez de trabalhos que indiquem métodos para determinação do potencial de uso de terras para diferentes atividades urbanas.

Os sistemas comumente utilizados pelos engenheiros civis – Sistema unificado de classificação de solos (ASTM, 1985; KELLER, 1996), consideram somente atributos físicos dos solos e de materiais geológicos pertinentes à sustentação de obras de engenharia, ignorando importantes propriedades ambientais de toda a paisagem, as quais estão inter-relacionadas e afetam a qualidade do ambiente. Nesse sentido, o sistema mencionado destina-se a classificação de materiais como solos e rochas, não satisfazendo a definição do termo “terra”, que é muito mais abrangente e permite que o sistema apresente uma abordagem multidisciplinar (PEDRON, 2005), considerando aspectos ecológicos fundamentais à manutenção do ambiente.

O único sistema de classificação técnica direcionado ao uso de “terras” urbanas encontrado na revisão bibliográfica para organização desse texto foi o Sistema de Avaliação do Potencial de Uso Urbano das Terras (SAPUT), desenvolvido por PEDRON (2005) e aplicado por PEDRON et al. (2006a) e PEDRON et al. (2006b). Esse sistema propõe a análise e classificação de áreas sob influência urbana quanto à sua capacidade de suportar determinada atividade humana com a degradação mínima das terras. O SAPUT é estruturado em quatro grupos de uso: descarte de resíduos, construções urbanas, agricultura urbana e preservação ambiental, os quais são agrupados em três classes de uso: adequada, restrita e inadequada, considerando as características e propriedades ambientais referentes a cada gleba de terra. O SAPUT, embora seja um sistema novo, vem apresentando desempenho promissor quando aplicado à classificação de área urbanas e suburbanas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Fica evidente a necessidade de informações sobre diversos aspectos ecológicos do ambiente urbano, bem como uma abordagem multidisciplinar dos problemas existentes. Neste sentido, o levantamento e a classificação das terras urbanas devem ser considerados instrumentos básicos para o planejamento desses ambientes.

É perceptível a carência de sistemas de classificação das terras no Brasil que contemplem os espaços urbanos. É imprescindível que existam ferramentas que possibilitem a determinação do potencial de uso das terras, visando o desenvolvimento urbano adequado. O próprio SiBCS deveria contemplar em algum nível categórico os solos antrópicos, assim como, sistemas técnicos que apresentem grupos de uso urbano deveriam ser construídos, difundidos e disponibilizados para uso das prefeituras e instituições de pesquisa, buscando a adequação de uso das terras e melhor qualidade de vida nas cidades e seu entorno.

Finalmente, cresce a necessidade de uma evolução em relação aos objetivos dos sistemas de classificação e aos métodos e produtos dos levantamentos de solos, de modo a englobar as necessidades dos gestores urbanos.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDROVSKAYA, E.I.; ALEXANDROVSKIY, A.L. History of the cultural layer in Moscow and accumulation of anthropogenic substances in it. *Catena*, Amsterdam, v.41, n.1-3, p.249- 259, 2000.
- AMARAL, F.C.S. Sistema Brasileiro de Classificação de Terras Para Irrigação – enfoque na Região Semi-Árida (SiBCTI). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30.,2005, Recife. **Resumos....** Recife: SBCS, 2005. 29p. CD-ROM
- ARABY, M.E. Urban growth and environmental degradation, the case of Cairo, Egypt. *Cities*, Amsterdam, v.19, n.6, p. 389 - 400, 2002.
- ASTM - American Society for Testing and Materials. **Classification of Soils for Engineering Purposes**. Annual Book of ASTM Standards, V. 04.08, p. 395-408, 1985.
- AZEVEDO, A. C. Funções ambientais do solo. In: AZEVEDO, A. C.; DALMOLIN, R.S.D.; PEDRON, F. de A. (Eds.) **Solos & Ambiente - I Fórum**. Santa Maria: Pallotti, 2004. p.7 - 22.
- AZEVEDO, A. C.; DALMOLIN, R.S.D. **Solos e Ambiente: uma introdução**. Santa Maria: Pallotti, 2004. 100p.
- BARTELLI, L.J.; KLINGEBIEL, A.A.; BAIRD, J.V. et al. **Soil survey and land use planning**. Madison: SSSA - ASA, 1966. 208p.
- BLUME, H.P. Classification of soils in urban agglomerations. *Catena*, Amsterdam, v.16, n.3, p.269-275, 1989.
- BOCKHEIM, J. G.; GENNADIYEV, A. N.; HAMMER, R. D. et al. Historical development of key concepts in pedology. *Geoderma*, Amsterdam, v.124, n.1-2, p.23-36, 2005.
- BRASIL. Ministério das Cidades. **Política nacional de desenvolvimento urbano**. 2004. 92 p. (Cadernos MCidades Desenvolvimento
- CLINE, M. G. Basic principles of soil classification. *Soil Science*, v.67, n.1 , p. 81 - 91, 1949.
- COSTA, S. M. F.; CINTRA, J. P. Environmental analysis of metropolitan areas in Brazil. **Photogrammetry & Remote Sensing**, Stuttgart, v. 54, v. 1, p. 41-49, 1999.
- CRAUL, P.J. **Urban soils: Applications and practices**. New York : John Wiley, 1999. 366p.
- DALMOLIN, R. S. D. KLAMT, E.; PEDRON, F. de A. et al. 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.
- 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. (Eds.) **Solos & Ambiente - I Fórum**. Santa Maria: Pallotti, 2004. p.23 - 39.
- DENT, D.; YOUNG, A. **Soil survey and land evaluation**. London: E & FN Spon, 1993. 284p.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos**. Brasília: EMBRAPA, 1995. 116p.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solo.**, Brasília: EMBRAPA, 1999. 412p.
- FAO. **A Framework for land evaluation**. Wageningen: International Institute for Land Reclamation and Improvement, 1976. 87p. (ILRI Publication, 22).
- FAO. **Soil Map of the World. Revised Legend**. Rome: FAO, 1994.
- GHERARDI, B.; VIDAL-TORRADO, P.; FARIA, L.E.O. et al. Levantamento pedológico como base para o planejamento urbano no município de Piracicaba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29.,2003,Ribeirão Preto, **Resumos...** Ribeirão Preto: SBCS, 2003. 4p. CD-ROM
- HALL, G.F. Pedology and geomorphology. In: WILDING, L. P.; SMECK, N.E.; HALL, G.F. (Eds.) **Pedogenesis and taxonomy - I. concepts and interactions**. Amsterdam: Elsevier, 1983. p.117 - 140.

- HUDSON, B. D. The soil survey as paradigm - based science. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.56, n.1, p.836-841, 1992.
- 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. et al. (Eds.) **Soil survey and land use planning**. Madison: SSSA - ASA, 1966. p.31-36.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/>> Acesso em: 13 jan. 2005.
- ISBELL, R.F. **The Australian soil classification**. Collingwood: CSIRO, 1996. 151p.
- ISSSWG RB. International Society of Soil Science Working Group RB. **World Reference Base for Soil Resources: Introduction**. Rome: FAO, 1998. 79p.
- JIM, C.Y. Urban soil characteristics and limitations for landscape planting in Hong Kong. **Landscape and Urban Planning**, Amsterdam, v.40, n.1, p.235-249, 1998.
- KELLER, E. A. **Environmental geology**. Prentice Hall: Upper Saddle River, 1996. 560p.
- KELLOGG, C. E. Soil survey for community planning. In: BARTELLI, L. J.; KLINGEBIEL, A.A.; BAIRD, J.V. et al. (Eds.) **Soil survey and land use planning**. Madison: SSSA - ASA, 1966. p. 1-7.
- KELLOGG, C. E. Why a new system of soil classification? **Soil Science**, Baltimore, v.69, n.1, p.1 - 5. 1963.
- KIMPE, C.R.; MOREL, J.L. Urban soil management: a growing concern. **Soil Science**, Baltimore, v.165, n.1, p.31-40, 2000.
- KLAMT, E.; DALMOLIN, R. S. D.; GONÇALVES, C. N. et al. **Proposta de normas e critérios para execução de levantamentos semi-detalhados de solos e para avaliação da aptidão agrícola das terras**. Pelotas: NRS-SBCS, 2000. 44p. (Boletim Técnico, 5)
- LAMMERS, D. A.; JOHNSON, M. G. Soil mapping concepts for environmental assessment. In: MAUSBACH, M. J.; WILDING, L. P. (Eds.) **Spatial variabilities of soils and landforms**. Madison:SSSA, 1991. p.149-160. (Special publications. 28).
- LEPSCH, I. F.; JUNIOR, B.R.; BERTOLINI, D. et al. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Campinas: SBCS, 1991. 175p.
- MADRID, L.; DÍAZ-BARRIENTOS, E.; MADRID, F. Distributions of heavy metal contents of urban soils in parks of Seville. **Chemosphere**, Amsterdam, v.49, n.1, p.1301-1308, 2002.
- MANTA, D.S. ANGELONI, M.; BELLANCA, A. et al. Heavy metals in urban soils: a case study from the city of Palermo (Sicily), Italy. **The Science of the Total Environment**, Amsterdam, v.300, n.1, p.229-243, 2002.
- MOREL, J. L.; DE KIMPE, C. Urban and sub-urban soils: a new playground for soil scientists. In: WORLD CONGRESS OF SOIL SCIENCE, 16., 1998, Montpellier, **Resumos...** Montpellier: ISSS, 1998.CD-ROM
- MORRIS, J.G. The use of soils information in urban planning and implementation. In: BARTELLI, L.J.; KLINGEBIEL, A. A.; BAIRD, J.V. et al. (Eds.) **Soil survey and land use planning**. Madison: SSSA - ASA, 1966. p.37-41.
- NASCIMENTO, P. C.; GIASSON, E.; JUNIOR, I, A. V. Aptidão de uso dos solos e meio ambiente. In: AZEVEDO, A. C.; DALMOLIN, R.S.D.; PEDRON, F. de A. (Eds.) **Solos & Ambiente - I Fórum**. Santa Maria: Pallotti, 2004. p.41 - 57.
- PEDRON, F. de A. **Classificação do potencial de uso das terras no perímetro urbano de Santa Maria - RS**. 2005. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria.
- PEDRON, F. de A.; DALMOLIN, R. S. D.; AZEVEDO, A. C. et al. Solos Urbanos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.5, 1647-1653, 2004a.
- PEDRON, F. de A.; DALMOLIN, R. S. D.; BOTELHO, M. R. et al. Levantamento semidetalhado de solos, adequação metodológica e determinação dos conflitos de uso dos solos no perímetro urbano de Santa Maria. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 15., 2004, Santa Maria. **Resumos...** Santa Maria: SBCS, 2004b. 4p. (CD-ROM)
- PEDRON, F. de A.; DALMOLIN, R.S.D.; AZEVEDO, A. C. et al. Utilização do sistema de avaliação do potencial de uso urbano de terras no diagnóstico ambiental do município de Santa Maria - RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.2, p.486-477, 2006a.
- PEDRON, F. de A.; MENEZES, F. P.; ROSA, A. S. et al. **Potencial das terras para descarte de resíduos: caso de São João do Polêsine, RS**. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 16., 2006, Aracaju, **Resumos...** Aracaju: SBCS, 2006b. 4p. CD-ROM
- POPKOV, S.; DEMENT'EVA, E. Soil properties effect on the development and distribution of urban vegetative cover of the forest zone. In: WORLD CONGRESS OF SOIL SCIENCE, 17., 2002, Bangkok, Thailand. **Anais...** Bangkok: ISSS, 2002. v.5, p.1672.
- RAMALHO FILHO, A; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPIS, 1995. 65p.
- RAMALHO FILHO, A; PEREIRA, L. C. **Aptidão agrícola das terras do Brasil: potencial de terras e análise dos principais métodos de avaliação**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 36p. (Documentos; 1).
- ROSSATO, R. Cidades brasileiras: a urbanização patológica. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v.7, n.1, p.23-32, 1993.
- SCHLEUß, U.; WU, Q.; BLUME, H. Variability of soils in urban and periurban areas in Northern Germany. **Catena**, Amsterdam, v.33, n.1, p.255-270, 1998.
- SILVA, R. S. da; MAGALHÃES, H. Ecotécnicas urbanas. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v. 4, n.7, p.33-42, 1993.
- SMECK, N. E.; RUNGE, E. C. A.; MACKINTOSHI, E. E. Dynamics and genetic modelling of soil systems. In: WILDING, L. P.; SMECK, N. E.; HALL, G. F.(Eds.) **Pedogenesis and taxonomy - I. concepts and interactions**. Amsterdam: Elsevier, 1983. p.51-81.
- SPAARGAREN, O.C. Other systems of soil classification. In: SUMMER, M.E.(Eds.) **Handbook of soil science**. Boca Raton: CRC, 2000, p.137-174.
- STRECK, E. V.; GIASSON, E., KAMPF, N. Levantamento pedológico e análise qualitativa do potencial de uso dos solos para o descarte de dejetos suínos da microbacia do lajeado grande, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30., 2005, Recife. **Resumos...** Recife: SBCS, 2005. 4p. (CD-ROM)
- STROGANOVA, M. N.; AGARKOVA, M. G. Urban soils: experimental study and classification (exemplified by the soils of southwestern Moscow). **Eurasian Soil Science**, Moscow, v.25, n.3, p.59 - 69, 1993.
- WITWER, D. B. Soils and their role in planning a suburban county. In: BARTELLI, L.J.; KLINGEBIEL, A.A.; BAIRD, J.V. et al. (Eds.) **Soil survey and land use planning**. Madison: SSSA - ASA, 1966. p.15-30.