

Vulnerabilidade à degradação dos solos do município de Campinas, SP

Soil vulnerability to degradation at the Campinas municipality, SP

Lydia Helena da Silva de Oliveira Mota¹

Gustavo Souza Valladares²

Ricardo Marques Coelho³

Cristina Criscuolo⁴

RESUMO: Este trabalho visou elaborar um mapa de vulnerabilidade à degradação dos solos do Município de Campinas, SP, através de Sistema de Informações Geográficas (SIG), utilizando-se metodologia baseada na ecodinâmica. Para obtenção das classes de vulnerabilidade foram levadas em conta geologia, geomorfologia, pedologia e uso e cobertura das terras, considerando-se cinco classes: estável, moderadamente estável, medianamente estável/vulnerável, moderadamente vulnerável e vulnerável. A classe de vulnerabilidade considerada medianamente estável/vulnerável foi a mais representativa ocupando em 557,9 km² de extensão, ou seja, ocorre em 70,75% do município. Em seguida a classe moderadamente estável, que ocupa 145,4 km² de extensão e representa mais de 18% do município. Os resultados obtidos mostram a viabilidade da aplicação do método para a elaboração do mapa de vulnerabilidade ambiental, que pode ser aplicado na gestão territorial de Campinas e demonstra uma susceptibilidade a degradação dos solos.

PALAVRAS-CHAVE: Risco ambiental. SIG. Multicritério.

ABSTRACT: *Soil degradation by erosion and the extreme flood events that can be associated to them can affect rural and urban lands. We aimed to prepare a map of soil vulnerability to degradation at the Campinas municipality, São Paulo state, Brazil, using Geographic Information System (SIG) and applying an ecodynamics-based methodology. The five classes of soil vulnerability defined by geology, geomorphology, pedology, and land use and cover were Stable, Moderately Stable, Medium Stable/Vulnerable, and Moderately Vulnerable. Medium stable/vulnerable was the most representative vulnerability class, occupying 557.9 km², what represents 70.75 % of the municipality territory. The second most representative class was moderately stable, with an extension of 145.4 km² (18 % of the municipality). Application of this method was feasible for preparing the map of environmental vulnerability, that can be used to public land management and shows the soil susceptibility to degradation.*

KEYWORDS: *Environmental risk. GIS. Multicriterion.*

¹ Engenheira Agrônoma (UFC). Mestre em Agronomia pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia – IFRO.

² Engenheiro Agrônomo (UFRRJ). Doutor em Agronomia pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Professor do Departamento de Geografia e História – UFPI.

³ Engenheiro Agrônomo (UFRRJ). Doutor pela North Carolina State University. Pesquisador do Instituto Agrônomo de Campinas – IAC.

⁴ Geógrafa (UNESP). Mestre em Ciências da Engenharia Ambiental (USP). Pesquisadora da Embrapa Monitoramento por Satélite.

INTRODUÇÃO

Nos últimos 60 anos, Campinas cresceu de forma muito rápida, sendo hoje uma das maiores cidades do país. O desenvolvimento de Campinas, além de benefícios à população, proporcionou também o surgimento de problemas sociais e ambientais, no tocante ao saneamento e degradação dos recursos naturais (BATISTELLA et al., 2003).

As atividades antrópicas têm gerado degradação ambiental, incluindo erosão dos solos e contaminação de solos, sedimentos e corpos d'água. O modelo impactante atualmente adotado coloca em risco a sustentabilidade dos sistemas produtivos (SUCUPIRA, 2006).

O clima, juntamente com as feições litológicas, relevo, solo e cobertura vegetal, leva a um processo natural de perda de solo, o qual tem sido acelerado devido à ocupação humana em áreas consideradas vulneráveis sob o ponto de vista agrícola (GOMES, 2005; SPÖRL; ROSS, 2004). Segundo Mello, Bueno e Pereira (2006), o uso do solo sem planejamento pode ocasionar processos erosivos em intensidade e velocidade que superam os limites de tolerância. Tendo em vista que a degradação dos solos afeta a sustentabilidade do agroecossistema inteiro (NAVAS; MACHÍN; SOTO, 2005), as práticas de conservação do solo e os métodos de avaliação de impactos ambientais e de perdas de solo surgem como importantes ferramentas no planejamento agroambiental.

Nos últimos anos, analisando o meio físico e biótico, foram realizados trabalhos baseados no conceito de ecodinâmica, com o intuito de desenvolver uma metodologia para a geração de cartas que dividam uma região em classes de maior ou menor vulnerabilidade aos processos de degradação do solo, utilizando para isso dados de Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Fitogeografia e Clima (CREPANI et al., 2001; TRICART, 1977). Para o tratamento e cruzamento dessas informações é utilizado um sistema integrado composto por bancos de dados e sistema de informação geográfica (SIG) que otimizam e permitem o acesso e consultas sobre o produto gerado.

Para a realização do presente trabalho utilizou-se uma metodologia baseada no conceito de ecodinâmica. Onde se entende por vulnerabilidade a degradação dos solos como risco de erosão e inundações no caso dos solos dos fundos de vales.

O objetivo do presente trabalho foi gerar um mapa de vulnerabilidade à degradação dos solos do município de Campinas, SP, com intuito de fornecer uma base sintética adequada para a tomada de decisão e a gestão territorial.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

Campinas está situada na porção centro-leste do Estado de São Paulo, com 22°53'20" de Latitude Sul e 47°04'40" de Longitude Oeste, distando aproximadamente 100 km da capital São Paulo. A área total do Município é de 795 km² (IBGE, 2011). O município de Campinas é drenado por seis bacias hidrográficas, a saber: Atibaia, Capivari, Capivari-Mirim, Jaguari, Quilombo e Anhumas (CARPI; DAGNINO; SCALEANTE, 2007).

Segundo a classificação de Köppen e Geiger o município de Campinas possui clima do tipo Cwa (mesotérmico com verões quentes e estação seca de inverno), com precipitação média anual de aproximadamente 1400 mm e abaixo de 60 mm durante o inverno seco (ANGELOCCI; KÖPPEN; GEIGER, 1928; PEREIRA; SENTELHAS, 2002). De acordo com Batistella et al. (2003), o município possui dois períodos bem distintos de precipitação: estação chuvosa (outubro a março, com precipitações médias acima de 120 mm mensais) e estação seca (abril a setembro, representando apenas 26% da precipitação anual).

A geologia predominante em Campinas encontra-se constituída por rochas sedimentares com texturas variadas, rochas básicas intrusivas, suítes graníticas indiferenciadas, rochas metamórficas como migmatitos de estruturas diversas, biotita-gnaisses, biotita-xistos, quartzitos, anfíbolitos e metaultrabásitos e depósitos aluviais areno-argilosos (INSTITUTO GEOLÓGICO, 1993b).

O município de Campinas apresenta geomorfologia diversificada por estar localizado na linha de separação de dois grandes domínios de relevo e litologia, sofrendo interação entre processos endógenos e exógenos. Encontra-se na região de contato entre duas grandes províncias geomorfológicas do estado de São Paulo, a saber: Planalto Atlântico, a leste, localmente com predomínio de relevo ondulado e forte ondulado (declividades entre 9 e 30 %), com morros, morrotes e colinas de cimeira, vertentes inclinadas e densidade de drenagem predominante média a alta; e Depressão Periférica, a oeste, com relevo suave ondulado e ondulado (declividades entre 2 e 16 %), de colinas médias a amplas, vertentes suaves e densidade de drenagem média a baixa (BATISTELLA et al., 2003; INSTITUTO GEOLÓGICO, 1993a; RESENDE; RESENDE, 1996). A litologia predominante no Planalto Atlântico é de granitos e gnaisses, enquanto que na Depressão Periférica constitui-se por rochas sedimentares (ritmitos, arenitos, lamitos, siltitos e diamictitos) e intrusões de diabásio (INSTITUTO GEOLÓGICO, 1993b).

As características dos solos de Campinas são muito variáveis, incluindo propriedades morfológicas e físico-químicas, reflexo do variado material de origem e do relevo. Nas áreas com boa drenagem há predominância dos Latossolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos, Argissolos Vermelho-Amarelos e Nitossolos Vermelhos (BRASIL, 1983; OLIVEIRA; MENK; ROTTA, 1979; VALLADARES; COELHO; CHIBA, 2008). Nas áreas mal drenadas (fundos de vales e terraços aluviais) predominam os Gleissolos Háplicos.

Um mosaico de florestas altas e densas com estratos arbóreos mais baixos ou até mesmo estratos arbustivos e herbáceos compõem a vegetação original que recobria o município de Campinas. A vegetação era composta por floresta estacional e cerrado arbóreo (cerradão) em alguns trechos e cerrado *sensu stricto* em outros, como também encontravam-se algumas áreas com vegetação herbácea exclusivamente (campo cerrado) (MATTOS, 1996; SANTIN, 1999). Campinas sofreu uma drástica redução da sua cobertura vegetal, porém ainda possui áreas verdes, constituídas tanto pelos remanescentes naturais em áreas protegidas e não protegidas como pelos parques, bosques e praças distribuídos pela cidade, ou ainda pela diversidade de espécies encontradas na arborização urbana. No entanto, devido à intensa pressão exercida pelas atividades antrópicas no município, se a cobertura vegetal existente não for bem manejada há tendência à sua degradação (BATISTELLA et al., 1995; BATISTELLA et al., 2003; GOMES et al., 2003).

METODOLOGIA

A detecção do grau de vulnerabilidade à degradação dos solos do município de Campinas-SP fundamentou-se no enfoque sistêmico com base no estudo de elementos interdependentes e indissociáveis do meio natural, considerando a relação entre os processos de morfogênese e pedogênese e a intervenção antrópica.

Para a determinação da vulnerabilidade dos solos foram atribuídas notas de risco à degradação para cada um dos critérios: geomorfologia, pedologia, uso e cobertura das terras e geologia, sendo então obtidos os mapas de vulnerabilidade referentes a cada variável. Os critérios adotados permitem a proposição de unidades de paisagem natural (ou polígono de paisagem natural) e polígonos de intervenção antrópica para que sejam caracterizadas em relação a sua morfodinâmica (CREPANI et al., 2001).

A metodologia aplicada neste trabalho (CREPANI et al., 2001) consiste em apresentar um intervalo de valores de estabilidade/instabilidade (ou vulnerabilidade) distribuídos entre as situações de predomínio dos processos pedogenéticos (valores próximos de 1,0), passando por situações intermediárias (valores ao redor de 2,0) e situações de predomínio dos processos de morfogênese (valores próximos de 3,0).

O modelo foi aplicado individualmente aos temas citados anteriormente de forma a atribuir valores de risco para que fossem analisados em conjunto com os mapas temáticos gerados da área de estudo de cada tema através do Software ARCGIS com a função RASTER CALCULATOR, permitindo o tratamento dos dados e as análises da vulnerabilidade natural à perda de solos.

Para medir a vulnerabilidade natural à perda dos solos foi usada a equação

$$V = (G + R + S + V)/4$$

Onde: V = Vulnerabilidade

G = vulnerabilidade para o tema Geologia

R = vulnerabilidade para o tema Geomorfologia

S = vulnerabilidade para o tema Pedologia

V = vulnerabilidade para o tema Uso e Cobertura das Terras

A participação da Geologia para a análise e definição morfodinâmica compreende as informações relativas ao grau de coesão das rochas que servem de suporte para a unidade geoambiental. Para o tema Geomorfologia, consideraram-se, basicamente, as informações relativas à morfometria. A Pedologia colabora na caracterização morfodinâmica através da maturidade e profundidade dos solos, produtos diretos do balanço morfogênese/pedogênese. O uso e cobertura das terras representa a proteção do solo contra os efeitos dos processos modificadores das formas de relevo e sua participação na caracterização morfodinâmica das geofácies, está, portanto, relacionada à sua capacidade de proteção (CREPANI et al., 2001).

Os dados referentes aos temas geomorfologia, geologia e pedologia foram extraídos respectivamente do mapa geomorfológico do Município de Campinas (INSTITUTO GEOLÓGICO, 1993a), mapa geológico do Município de Campinas (INSTITUTO GEOLÓGICO, 1993b), e mapa pedológico do Município de Campinas (VALLADARES; COELHO; CHIBA, 2008).

A vulnerabilidade para o tema geologia apresenta os valores do grau de vulnerabilidade das unidades de mapeamento de litotipos (Tabela 1). O tema pedologia refere-se ao grau de vulnerabilidade das unidades de mapeamento de solos (Tabela 2). Para o tema uso e cobertura das Terras (Tabela 3) foram analisados parâmetros referentes

ao uso e a densidade de cobertura vegetal obtidos de documentação existente (BATISTELLA et al., 2003).

Tabela 1 - Graus de vulnerabilidade atribuídos às unidades litotipo de geologia.

Litotipo	Valor
Aluviões	3,0
Diabásios	1,5
Arenitos médios a grossos, conglomerados e finos a médios	2,4
Diamictitos maciços e ritmitos	2,6
Ritmitos turbidífticos	2,6
Arenitos feldspáticos, arenito lamíticos e lamitos	2,4
Protomilonitos, milonitos e ultramilonitos	1,7
Biotita granitos e quartzo-monzonitos maciços	1,2
Biotita granitos maciços	1,2
Biotita granitos e granodioritos	1,2
Biotita quartzo-monzonitos e granitos	1,1
Hornblenda – biotita granitos porfíricos	1,3
Biotita granitos foliados	1,2
Hornblenda – biotita granitóide gnáissico	1,5
Granitos gnáissicos, turmalina e muscovita	1,3
Gnaisses bandados	1,5
Gnaisses xistosos	1,7
Granada, biotita gnaisses	1,4
Gnaisses indiferenciados	1,5

Fonte: Instituto Geológico (1993a).

Tabela 2 - Graus de vulnerabilidade atribuídos às unidades de mapeamento de solos*.

Unidades de Solos	Valor
LVA _d 1, LVA _d 2, LVA _d 3	1,0
LAd ₁ , LVA _d 5, LV _d 2, LV _d 3, LV _d 4, LVe ₁ , LVdf ₁ , LVdf ₂ , LVef ₁	1,1
LAd ₂ , LVA _d 4, LVA _d 6, LVA _d 7, LVA _d 8, LVA _d 9, LV _d 1	1,2
LAd ₃	1,3
NXd ₁ , NXe ₂ , NVef ₁	1,6
PVe ₂	1,7
PAd ₁ , PVA _d 2, PVA _d 4, PVA _d 7, PVAe ₁ , PVAe ₂ , PV _d 1, PVe ₃ , LVA _d 10, NXe ₂	1,8
PVe ₁	1,9
PAe ₁ , PVA _d 3, PVA _d 5, PVA _d 6, PVe ₄ , TCp ₁	2,0
PVA _d 1	2,1
PVA _d 8, PVA _d 9, PVAe ₃ , PVAe ₄	2,3
CXbd ₄	2,4
CXbd ₁ , CXbe ₁ , CXbe ₂ , RQo ₁	2,5
CXbd ₂ , CXbd ₃	2,6
CXbd ₅ , GXb ₁	2,7
OX ₁	3,0

*A legenda expandida das unidades de mapeamento de solos é apresentada em Valladares, Coelho e Chiba, 2008.

Fonte: Valladares, Coelho e Chiba (2008).

Tabela 3 - Graus de vulnerabilidade atribuídos às unidades uso e cobertura das terras.

Uso e Coberturas das Terras	Valor
Áreas Densamente Urbanizadas	1,5
Áreas Densamente Urbanizadas com forte verticalização	3,0
Áreas Urbanizadas e em Urbanização	3,0
Áreas Urbanizadas e em Urbanização Esparsa	3,0
Cana-de-Açúcar	2,5
Capoeira	2,0
Cerradão	1,7
Cerrado	2,0
Corpos d'água	0,0
Cultura Anual	3,0
Cultura Perene	2,8
Floresta Estacional Semi-Decidual	1,5

Floresta Paludosa	1,0
Pasto Limpo	2,4
Pasto Sujo	2,4
Resflorestamento (Eucalipto)	2,3
Rodovias Principais	3,0
Solo Exposto	3,0
Vegetação Ciliar	2,0
Vegetação Mista	2,0

Fonte: Batistella et al. (2003).

Para estabelecer os valores de escala de vulnerabilidade para as unidades de paisagem natural ligadas à geomorfologia, foi necessário analisar os seguintes índices morfométricos do terreno: dissecação do relevo, amplitude altimétrica e declividade, conforme a Equação abaixo:

$$Ge = (G^{\circ} + A + D) / 3$$

Onde: Ge = Vulnerabilidade para o tema Geomorfologia

G° = Vulnerabilidade atribuída ao Grau de Dissecação

A = Vulnerabilidade atribuída Amplitude Altimétrica

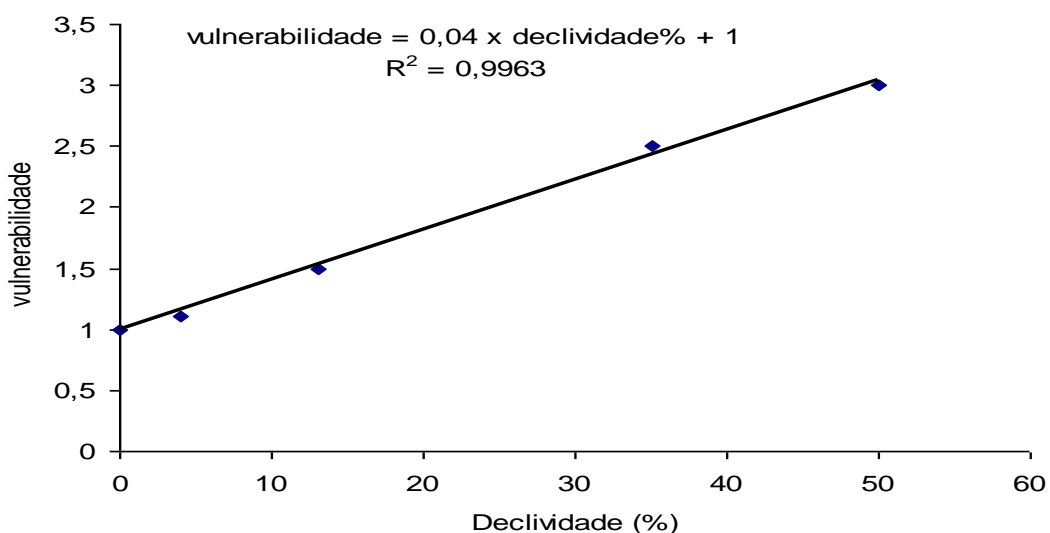
D = Vulnerabilidade atribuída à Declividade

A Tabela 4 apresenta os valores de vulnerabilidade para a amplitude e altimetria referente ao tema geomorfologia. Os valores dos graus de vulnerabilidade para a declividade foram calculados segundo a regressão apresentada na Figura 1 e modelo digital de elevação gerado a partir de folhas topográficas na escala 1:50.000, gerado pela função TOPO TO RASTER. Todos os mapas em raster tiveram o tamanho do pixel uniformizados para 20 m de resolução espacial.

Tabela 4 - Graus de vulnerabilidade atribuídos às unidades de relevo grau de dissecação (G°) e amplitude altimétrica (A).

Feição	Relevo	G°	A
PF	Planícies Fluviais	1,5	1,5
Ev	Escarpas Degradadas	2,5	2,5
MTCc	Morrotes e Colinas	2,5	1,5
Ca	Colinas Amplas	2,0	1,5
Cal	Colinas Alongadas	2,5	2,0
Cav	Colinas Alveolares	2,5	1,5
Cm	Colinas Médias	2,5	2,0
Cma	Colinas Médias e Amplas	2,0	2,0
CMT	Colinas e Morrotes	2,5	2,0
Cp	Colinas Pequenas	2,5	2,0
CpMT	Colinas Pequenas e Morrotes	2,5	2,0
MMT	Morros e Morrotes	2,5	2,5
Mp	Morros Paralelos	2,5	2,5
MTp	Morrotes Paralelos	2,5	2,0

Fonte: Instituto Geológico (1993a).

Figura 1 - Regressão entre declividade (%) e o valor do grau de vulnerabilidade(D).

Fonte: Autores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

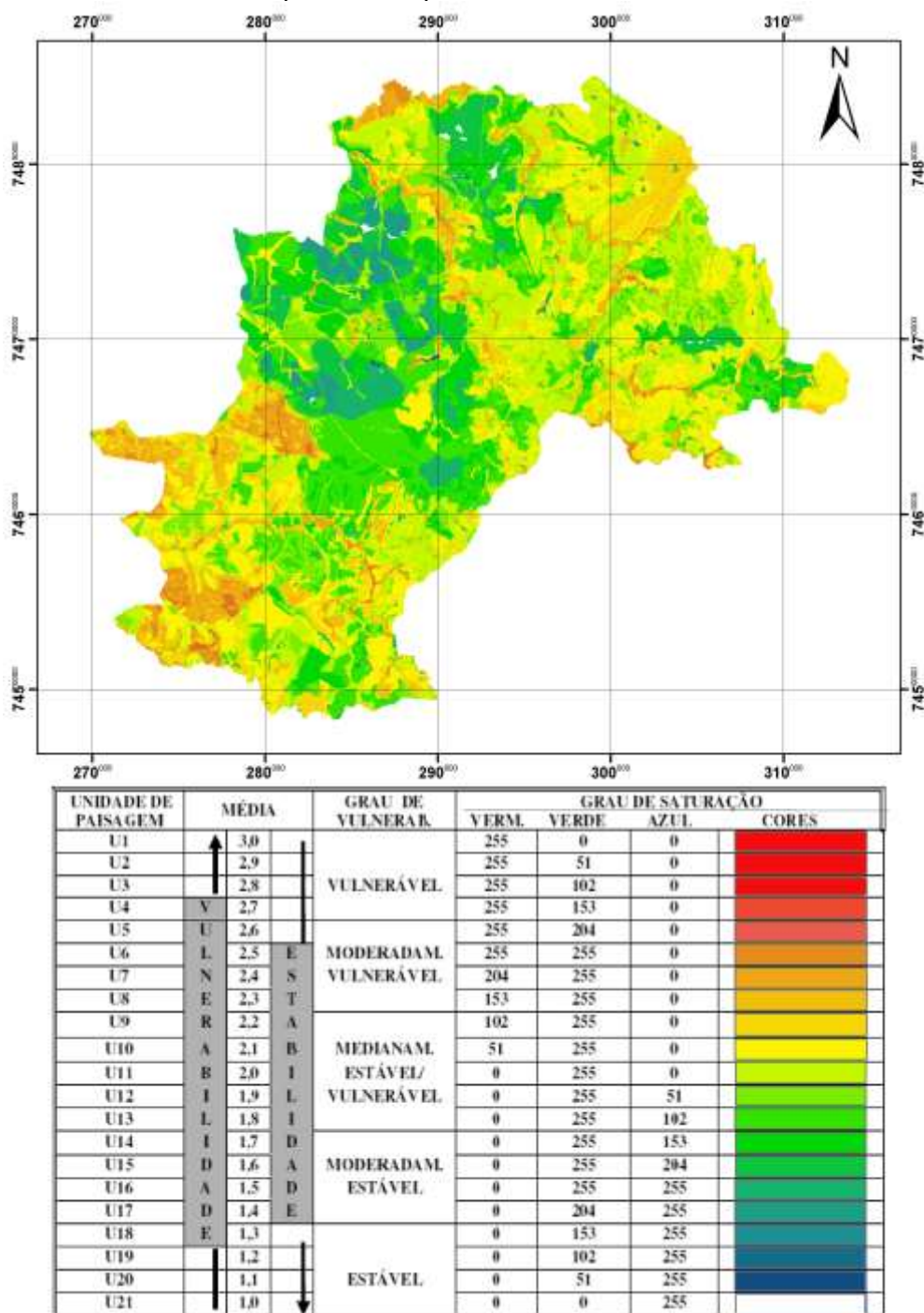
O Município de Campinas apresenta grande variabilidade do meio físico, incluindo a geologia, a geomorfologia e a pedologia. A porção mais a leste, Planalto Atlântico, correspondente a APA de Campinas, apresenta embasamento cristalino, com rochas ígneas e metamórficas do Pré-cambriano com baixa vulnerabilidade à degradação, porém em relação à geomorfologia e solos é a região com relevo mais declivoso, caracterizado por morros e encostas íngremes e em grande parte por solos pouco desenvolvidos como, por exemplo, os Cambissolos, características essas do relevo e da pedologia que conferem maior vulnerabilidade em contraste com a geologia.

O outro domínio geomorfológico em Campinas, Depressão Periférica, é caracterizado principalmente por dois tipos de rochas, as sedimentares, mais abundantes, e as intrusões de diabásio. Enquanto as rochas sedimentares conferem alto grau de vulnerabilidade, o diabásio apresenta baixo grau. Do ponto de vista da geomorfologia, o relevo é representado principalmente por colinas com declividades menores quando comparadas às superfícies do Planalto Atlântico. Os solos dessa região são em geral mais profundos e com baixo grau de vulnerabilidade, classificados principalmente como Latossolos e Argissolos, porém também ocorre Neossolos e Cambissolos, mais frágeis.

Tais características geraram um mapa da Depressão Periférica com menores graus de vulnerabilidade na porção centro-oeste, refletindo a estabilidade dos diabásios, com relevo colinoso e medianamente declivoso e solos profundos, muito evoluídos e pouco vulneráveis. Já a região das rochas sedimentares caracteriza relativamente maiores graus de vulnerabilidade, devido a natureza litológica e solos mais vulneráveis à degradação como os Neossolos Quartzarênicos, Neossolos Litólicos e Cambissolos.

Observando o mapa de vulnerabilidade à degradação dos solos do município de Campinas-SP (Figura 2) é possível identificar as seguintes classes de vulnerabilidade:

Figura 2 - Mapa de vulnerabilidade à degradação dos solos do município de Campinas, SP.



Fonte: Elaborado pelos Autores a partir de Miranda et al. (2003).

Estável: Esta classe ocupa menos de 1% do município de Campinas. Essas áreas estão associadas aos corpos d'água, que estão fora da análise, os quais foram atribuídos valor zero e ainda, com relação ao tema geologia, a áreas com ocorrência de Latossolos originários de diabásio em relevo pouco declivoso sob vegetação de floresta.

Moderadamente Estável: Esta classe foi a segunda mais representativa do município ocupando 145,4 km² de extensão (mais de 18% da área), que também podem estar relacionadas às áreas com predomínio de rochas intrusivas de diabásio. Quanto ao uso e cobertura das terras estas áreas são densamente urbanizadas (BATISTELLA et al., 2003). Apresentando relevo mais movimentado do que na classe Estável.

Medianamente Estável/Vulnerável: Esta classe é a que predomina no município de Campinas, ocupando 557,9 km² de extensão (mais de 70% da área), a qual pode estar relacionada com maiores declividades, apresentando uma geomorfologia mais acidentada, e com predomínio de solos classificados como Argissolos originários do contato entre rochas do cristalino e da depressão periférica. Ou associadas a solos profundos como os Latossolos originários de rochas sedimentares em relevo suave ondulado.

Com relação ao uso e cobertura das terras existe grande variabilidade, ocorrendo áreas de pastos, com vegetação ciliar e mista e até mesmo zonas urbanas. O predomínio dessa classe pode ainda estar associada ao fato de que a localização do município na linha de separação de duas grandes áreas geomorfológicas somada à diversidade litológica, faz com que a interação entre os processos endógenos e exógenos resultem em conjuntos diversos de formas de relevo (BATISTELLA et al., 2003).

Moderadamente Vulnerável: Esta classe está presente em mais de 10% do município, o que corresponde a 82,8 km² de extensão, correspondente às áreas com presença de Cambissolos e Neossolos de arenitos e Gleissolos de sedimentos inconsolidados. No que diz respeito à geomorfologia a variabilidade é grande, podem ser áreas bem declivosas com relevo bastante acidentado ou áreas planas em fundo de vales estáveis associadas a sedimentos aluviais.

Vulnerável: Esta classe foi a que se apresentou em menor proporção, detectada em 0,1% da área, que corresponde a 0,1 km² de extensão. Essa classe está relacionada às áreas com solo exposto e aos Organossolos.

O uso do SIG permitiu ganhar conhecimento sobre as relações entre os atributos ambientais, estimando áreas de riscos, com graus diferentes de vulnerabilidade à degradação dos solos. Esta ferramenta mostrou-se bastante eficiente no que se refere à obtenção do mapa de vulnerabilidade, produto que pode auxiliar na gestão territorial do Município de Campinas.

CONCLUSÕES

Os procedimentos metodológicos adotados permitiram a elaboração do mapa de vulnerabilidade das terras de Campinas-SP, que pode ser aplicado na gestão territorial do Município. As porções mais ao sul e a leste do município foram as terras com maiores graus de vulnerabilidade, sendo as terras do sul relacionadas à depressão e com geologia sedimentar, com geomorfologia predominantemente colinosa e relativamente dissecada. Já a porção leste corresponde ao Planalto Atlântico com geologia de cristalino e relevo mais movimento característico dos mares de morros. O restante da área, com menores graus de vulnerabilidade correspondem a depressão, associadas a colinas menos dissecadas do que a porção sul com geologia sedimentar, ou com colinas associadas a intrusões de rochas básicas.

REFERÊNCIAS

- ANGELOCCI, L. R.; PEREIRA, A. R.; SENTELHAS, P. L. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478p.
- BATISTELLA, M.; COUTINHO, A. C.; MIRANDA, J. R.; MIRANDA, E. E. Cartografia dos remanescentes florestais do Município de Campinas, SP, Brasil. In: SIMPÓSIO LATINOAMERICANO DE PERCEPCIÓN REMOTA: LATINOAMÉRICA EVALUADA DESDE EL ESPACIO, 7., Puerto Vallarta, 1995. **Anais...** Puerto Vallarta: SELPER, 1995. p. 46-51.
- BATISTELLA, M.; GUIMARÃES, M.; PANCIERA, F.; ASSIS, M. C.; VALLADARES, G. S. **Base de dados geográficos para o município de Campinas com ênfase no uso e cobertura das terras**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2003. 45 p. (Documentos, 26)
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. **Folhas SF.23/24, Rio de Janeiro/Vitória**. Rio de Janeiro: Projeto RADAMBRASIL, 1983. 6 mapas. (Levantamento de Recursos Naturais, v. 32).
- CARPI, S.; DAGNINO, R. S.; SCALEANTE, O. A. F. Percepção e mapeamento de riscos em Campinas/SP. **Olam: Ciência & Tecnologia**, Rio Claro, v. 7, p. 545-568, 2007.
- CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; HERNANDEZ, P.; FLORENZANO, T.G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos: SAE, 2001. 103p.
- GOMES, A. R. **Avaliação da vulnerabilidade à perda de solo em região semiárida utilizando sensoriamento remoto e geoprocessamento - área piloto de Parnamirim (PE)**. 2005. 165 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2005.

GOMES, E. G.; ASSIS, M. C.; PIEROZZI JUNIOR, I.; MIRANDA, E. E. **Subsídios para elaboração e implantação da Agenda 21 do Município de Campinas-SP**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2003. 29 p. (Documentos, 32).

IBGE. **Censo demográfico 2010: cidades@**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 16 jun. 2011.

INSTITUTO GEOLÓGICO - IG. **Mapa geológico do Município de Campinas**. Subsídios do meio físico-geológico ao planejamento do Município de Campinas. São Paulo, 1993b. Escala: 1:50.000.

INSTITUTO GEOLÓGICO - IG. **Mapa geomorfológico do Município de Campinas**. Subsídios do meio físico-geológico ao planejamento do Município de Campinas. São Paulo, 1993a. Escala: 1:50.000.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes, 1928. wall-map: 150 x 200 cm.

MATTOS, C. O. **Contribuição ao planejamento e gestão da área de proteção ambiental de Sosas e Joaquim Egídio**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 1986.

MELLO, G.; BUENO, C. R. P.; PEREIRA, G. T. Variabilidade espacial de perdas de solo, do potencial natural e risco de erosão em áreas intensamente cultivadas. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, Campina Grande, v.10, n. 2, p.315–322, 2006.

MIRANDA, E. E.; GOMES, E. G.; MARIN, F. R.; VALLADARES, G. S.; PIEROZZI JÚNIOR, I.; MANGABEIRA, J. A. C.; MIRANDA, J. R.; GUIMARÃES, M.; ASSIS, M. C.; BATISTELLA, M.; IVANAUSKAS, N. M. **Subsídios para elaboração e implantação da agenda 21 do Município de Campinas - SP**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2003. Disponível em: <<http://www.agenda21cps.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 16 jun. 2011.

NAVAS, A.; MACHÍN, J.; SOTO, J. Assessing soil erosion in a Pyrenean mountain catchment using GIS and fallout ¹³⁷Cs. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Melbourne, v. 105, p. 493-506, 2005.

OLIVEIRA, J. B.; MENK, J. R.; ROTTA, C. L. **Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo**: quadrícula de Campinas. Rio de Janeiro: IBGE, 1979.

RESENDE, S. B.; RESENDE, M. Solos dos mares de morros: ocupação e uso. In: ALVAREZ, V. V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. **Os solos nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentável**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996.

SANTIN, D. A. **A vegetação remanescente do município de Campinas (SP)**: mapeamento, caracterização fisionômica e florística, visando a sua conservação. 199 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.

SPÖRL, C.; ROSS, J. L. S. Análise comparativa da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos. **GEOSP - Espaço e Tempo**, São Paulo, n. 15, p. 39-49, 2004.

SUCUPIRA, P. A. P. **Indicadores de degradação ambiental dos recursos hídricos superficiais no Médio e Baixo Vale do Rio Acaraú - CE**. 2006. 242 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2006.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, FIBGE, 1977.

VALLADARES, G. S.; COELHO, R. M.; CHIBA, M. K. **Mapa pedológico do Município de Campinas, SP**: legenda expandida. Campinas: CNPM, 2008. 9 p. (Comunicado Técnico, 24).

Recebido em 01/03/2013

Aceito em 27/09/2014