

# **ANÁLISE EMPÍRICA DA FRAGILIDADE AMBIENTAL EM ÁREAS DE EXPANSÃO URBANA: O CASO DO SETOR NOROESTE DO SÍTIO URBANO DE PIRACICABA (SP)<sup>1</sup>**

*Alan SILVEIRA<sup>2</sup>*

*Cenira Maria Lupinacci da CUNHA<sup>3</sup>*

## **Resumo**

Este artigo tem como objetivo discutir a aplicação da proposição metodológica de Ross (1990, 1994 e 2001), quanto à análise empírica da fragilidade de ambientes naturais e antropizados em área de expansão urbana, contribuindo com a elaboração de um diagnóstico ambiental que propicie subsídios ao planejamento urbano. O procedimento metodológico promove a elaboração de um produto cartográfico de síntese para análise integrada da informação geográfica, nomeado por Carta de Fragilidade Ambiental, que é derivado da compilação de informações adquiridas nos produtos cartográficos intermediários, como a Carta de Declividade ou Clinográfica, a Carta Pedológica, a Carta Geomorfológica e a Carta de Cobertura Vegetal e Uso da Terra. A pesquisa se enquadra nos termos de uma Geografia Física Aplicada e de uma Geomorfologia Aplicada, no bojo de uma abordagem geográfica integrada, com o intuito de contribuir com o planejamento urbano do setor de expansão noroeste do sítio urbano de Piracicaba (SP). Os resultados obtidos apontam que as ações promovidas pelo sistema antrópico vêm alterando os fluxos de matéria e energia do sistema geomorfológico. As principais formas de interferências antrópicas estão associadas à monocultura canieira e à expansão urbana sem planejamento, interferindo diretamente na dinâmica morfológica e hidrológica do sistema geomorfológico.

**Palavras-chave:** Abordagem geográfica integrada. Produto cartográfico de síntese. fragilidade ambiental. Setor noroeste do sítio urbano de Piracicaba.

## **Abstract**

### **Empirical Analysis of Environmental Fragility Areas of Urban Expansion: the Northwest Sector case of The Urban Site of Piracicaba (SP)**

This article has as objective to discuss the application of Ross's methodological proposition (1990, 1994 and 2001), as for the empirical analysis of the fragility of natural and anthropized environments in urban expansion area, contributing to the elaboration on an environmental diagnosis that propitiates subsidy to the urban planning. The methodological procedure promotes the elaboration on a cartographic product of synthesis to analysis of the integrated geographical information, named Environmental Fragility Map, which is derived from the compilation of acquired information in intermediate cartographic products as the Steepness or Clinographic Map, the Pedologic Map, the Geomorphological Map and the Vegetal Cover and Land use Map. The research frames to the terms of an Applied Physical Geography and an Applied Geomorphology, at the bulge of an integrated geographical approach, with the intention of contributing to the urban planning of the northwest expansion sector of the urban site of Piracicaba (SP). The obtained results point that the actions promoted by the anthropic system have been altering the matter and energy flows of the geomorphological system. The main forms of anthropic interference are associated with the sugarcane monoculture and the unplanned urban expansion, directly interfering in the morphological and hydrological dynamics of the geomorphological system.

**Key words:** Integrated geographical approach. Cartographic products of synthesis. Environmental fragility. Northwest sector of the urban site of Piracicaba.

<sup>1</sup> Pesquisa financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo nº 07/51315-0.

<sup>2</sup> Geógrafo (bacharel e licenciado) e Mestre em Geografia (Organização do Espaço) pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual Paulista (UNESP - *Campus de Rio Claro*) - E-mail: silveira\_81@yahoo.com.br.

<sup>3</sup> Prof<sup>a</sup> Dr. do Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento (Deplan/IGCE/UNESP - *Campus de Rio Claro*) e coordenadora do Laboratório de Geomorfologia (LAGEO) - E-mail: cenira@rc.unesp.br.

## INTRODUÇÃO

A Geografia contempla, com princípios metodológicos distintos, a relação estabelecida entre o homem como sociedade organizada e o espaço natural ou sistema natural. Tal relação, desde os primórdios da espécie humana e de sua configuração como sociedade, tem relevância, sobretudo na forma de sua intervenção, apropriação e exploração dos recursos da natureza. Nestes termos, o progresso da cientificidade humana, constituindo sociedades urbano-industriais, propiciou um elevado grau de intervenção no sistema natural.

Tais pressupostos, os quais a Geografia se atém, também é referenciado por este trabalho, ao pretender analisar de que forma a sociedade vem intervindo no sistema natural, quais as conseqüências dessa intervenção e a melhor forma de intervir, sobretudo no que concerne à ocupação urbana no substrato terrestre. Os meios para atingir tais pretensões apoiaram-se no conhecimento científico geográfico, com especial atenção à sua relação com a Geomorfologia, que estuda as formas de relevo e os processos atuais e pretéritos inerentes à sua elaboração.

Assim, o relevo é um componente da natureza, sendo produto de fluxos internos e externos de energia, resultando em formas, as quais oferecem sustentáculo para arranjos espaciais de produção humana (ROSS, 2006). Christofolletti (1995) argumenta que o modelo terrestre surge como elemento do sistema ambiental físico e condicionante para as atividades humanas e organizações espaciais. Logo, a Geomorfologia também tem fundamental importância na compreensão da relação sociedade-natureza, visto que é no sistema relevo, parte integrante do sistema natural, que as sociedades organizam e produzem seus espaços.

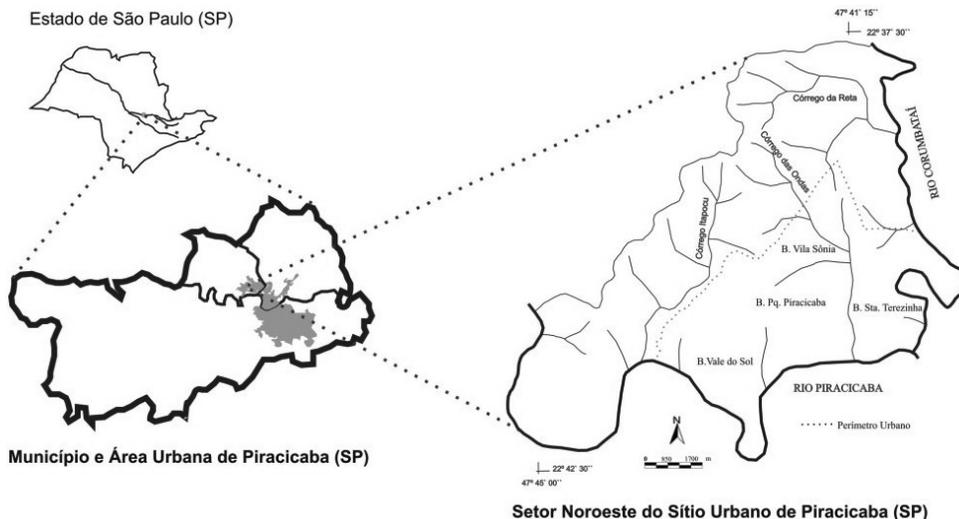
Dessa forma, Ross (1994) compreende que os estudos integrados de um determinado território devem conter o entendimento da dinâmica de funcionamento do ambiente natural com ou sem as interferências antrópicas. O pesquisador propõe uma metodologia para a análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados (ROSS, 1990, 1994 e 2001) aplicado ao planejamento territorial ambiental, tendo como arcabouço conceitual os ambientes ecodinâmicos ou morfodinâmicos de Tricart (1977).

A proposta de Ross (1990, 1994, 2001) exige estudos do relevo, da geologia, do solo, do uso da terra e do clima, os quais, somados as investidas ao campo e serviços de gabinete, geram produtos cartográficos, denominados por intermediários, de geomorfologia, geologia, pedologia, climatologia e uso da terra. A síntese dessas informações é configurada em um produto cartográfico de síntese, nomeado em uma primeira oportunidade por Carta de Unidades de Fragilidades Potenciais e Emergentes (ROSS, 1990, 1994 e 2001).

Considerando a contribuição para o planejamento territorial e ambiental da proposição metodológica de Ross (1990, 1994 2001), este trabalho procurou implementá-la, conforme adaptações necessárias e peculiares na área de estudo, em um setor de expansão urbana, mais especificamente no setor noroeste do sítio urbano de Piracicaba (SP) (figura 1).

Justifica-se a adoção dessa unidade de estudo devido ao fenômeno do crescimento de cidades médias brasileiras, que atingiu também a cidade de Piracicaba, cuja pujança econômica, associada ao setor sucroalcooleiro e metal-mecânico, acarretou conseqüências relacionadas à expansão de seu sítio urbano. Os setores noroeste e sudeste da malha urbana foram detectados pelo Plano Diretor de 1991 como vetores de expansão urbana, ocorrendo o mesmo em seu Diagnóstico de Revisão em 2003 (PIRACICABA, 1991 e PÓLIS, 2003).

Diante de tal constatação, pretendeu-se contribuir, a partir da aplicação da proposta de Ross (1990, 1994 e 2001), com a elaboração de um diagnóstico ambiental para o setor de expansão noroeste da cidade de Piracicaba, propiciando um documento cartográfico de síntese com potencial para fornecer subsídio ao planejamento urbano.



**Figura 1 - Localização da Área de Estudo - o Setor Noroeste do Sítio Urbano de Piracicaba (SP)**

## **A FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DA ANÁLISE EMPÍRICA DA FRAGILIDADE**

A teoria geral dos sistemas, atribuída aos trabalhos iniciais na biologia de R. Defay e Ludwig von Bertalanffy, vem contribuindo, sobretudo a partir do término da segunda guerra mundial, para a sistematização do conhecimento geográfico, principalmente o da Geografia Física, bem como o da Geomorfologia (GREGORY, 1992).

Perez Filho e Vicente (2003), ao analisarem a aplicação da abordagem sistêmica na Geografia, apontaram algumas de suas contribuições voltadas aos estudos de ordem ambiental, destacando a constituição de um método unificador para a Geografia; a apreensão das estruturas da superfície terrestre de forma integrada; o aprimoramento de uma proposta de trabalho multidisciplinar; o desenvolvimento de técnicas e métodos estatísticos e cartográficos voltados à análise espacial; o aprimoramento dos conceitos de gestão e planejamento territoriais de uma perspectiva ambiental.

Rodrigues (2001) registra que a partir da incorporação da teoria geral dos sistemas, à Geografia Física em especial, surgiram diversas propostas de modelos conceituais, morfológicos, de classificação de sistemas, incluindo-se os sistemas naturais abertos. Entre tais propostas, cita especificamente as classificações apresentadas por Sothava (1977/78) e Bertrand (1972) quanto aos geossistemas, à abordagem ecodinâmica de Tricart (1977), incluindo as proposições de Hach (1960) na Geomorfologia, quando aprofunda a idéia de equilíbrio na natureza e do ajuste recíproco entre sistemas, subsistemas e suas variáveis (RODRIGUES, 2001).

Em relação ao geossistema, Christofolletti (1999) salienta que tal proposição, advinda dos soviéticos na figura de Sothava (1976) e introduzida na França por Bertrand (1968), enquadra-se no contexto das abordagens holísticas para o estudo dos sistemas ambientais, sendo esta explícita nas proposições relacionadas com a ecodinâmica de Tricart (1977) e a ecogeografia de Tricart e Killian (1979) e Tricart e Kiewiedejong (1992).

Para Rodrigues (2001), a metodologia mais utilizada para trabalhar ou identificar unidades de planejamento físico-territorial, nas experiências brasileiras, tem sido a aborda-

gem morfodinâmica de Tricart (1977), "prima irmã" dos geossistemas. Christofolletti (1999) registra que a perspectiva da análise integrada do sistema natural tornou-se lema marcante na obra de Tricart, surgindo de modo explícito ao considerar a Terra como planeta vivo e ordenação do meio natural. O próprio Tricart (1977), quanto à concepção sistêmica e sua eficácia nos estudos ambientais, registra que:

O conceito de sistema é, atualmente, o melhor instrumento lógico de que dispomos para estudar os problemas do meio ambiente. Ele permite adotar uma atitude dialética entre a necessidade de análise - que resulta do próprio progresso da ciência e das técnicas de investigação - e a necessidade contrária, de uma visão de conjunto, capaz de ensejar uma atuação eficaz sobre esse meio ambiente. Ainda mais, o conceito de sistema é, por natureza, de caráter dinâmico e por isso adequado a fornecer os conhecimentos básicos para uma atuação - o que não é o caso de um inventário, por natureza, estático (TRICART, 1977, p.19).

No ano de 1977, foi publicada no Brasil a obra *Ecodinâmica*, que teve a proposta, no contexto da abordagem geográfica integrada, de analisar a natureza, mais especificamente o ecossistema, sob as interferências da sociedade. Argumenta Tricart (1977) que a gestão dos recursos ecológicos deve ter por objetivo a avaliação do impacto da inserção da tecnologia humana no ecossistema, determinando a taxa aceitável de extração de recursos, sem degradação do ecossistema, ou determinar quais medidas devem ser tomadas para permitir uma extração mais elevada sem degradação. Para isso, exige-se um elevado conhecimento do funcionamento do ecossistema, ou seja, dos fluxos de energia e matéria que o caracterizam (TRICART, 1977). Ainda acrescenta que:

A ação humana é exercida em uma natureza mutante, que evolui segundo leis próprias, das quais percebemos, de mais a mais, a complexidade. Não podemos nos limitar à descrição fisiográfica, do mesmo modo que o médico não pode se contentar com a anatomia. Estudar a organização do espaço é determinar como uma ação se insere na dinâmica natural, para corrigir certos aspectos desfavoráveis e para facilitar a exploração dos recursos ecológicos que o meio oferece (TRICART, 1977, p.35).

Dessa forma, para Tricart (1977), o conceito de unidade ecodinâmica é integrado no conceito de ecossistema, enfocando as relações mútuas entre os diversos componentes da dinâmica e os fluxos de matéria e energia no meio ambiente. Tal unidade caracteriza-se por certa dinâmica do meio ambiente, que tem relações mais ou menos imperativas sobre as biocenoses (conjunto de seres vivos de um ecossistema), sendo a morfodinâmica (que depende do clima, da topografia e do material rochoso) o elemento determinante (TRICART, 1977). Infere Tricart (1977, p.29) que:

Do ponto de vista ecológico, a morfodinâmica é uma limitação. Onde se processa intensa - por exemplo, num campo de dunas ou em área de intenso ravinamento - a vegetação é pobre e muito aberta, com biomassa reduzida e pouca variedade específica. Existe, portanto, uma antinomia entre a morfodinâmica e o desenvolvimento da vida. Um dos objetivos da administração e ordenamento do meio ambiente é, necessariamente, diminuir a instabilidade morfodinâmica.

Sob determinados argumentos, considerando uma metodologia baseada no estudo da dinâmica dos ecótopos, ou seja, do meio ambiente de um ecossistema, Tricart (1977) sentiu a necessidade de estabelecer uma taxonomia dos tipos de meio ambientes fundada no seu grau de estabilidade e instabilidade morfodinâmica, respondendo às exigências de uma conservação/restauração dinâmica dos recursos ecológicos (TRICART, 1977).

Assim, Tricart (1977) classificou as unidades ecodinâmicas, ou unidades morfodinâmicas, em três categorias, sendo *os meios estáveis*, *os meios intergrades* e *os meios instáveis*. Segundo Perez Filho e Vicente (2003), da perspectiva da relação morfogênese/pedogênese, Tricart (1977) relacionou os *meios estáveis* à bioestasia, e os *meios instáveis* à resistasia, sendo os *meios intergrades* o diferencial, pois buscam uma maior aproximação da dinâmica natural, refinando a compartimentação entre dois estádios-limite, inserindo uma tentativa de apreensão do processo contínuo de transformação do meio.

Para Ross (2001), ao estabelecer a classificação por meios morfodinâmicos, Tricart (1977) valorizou os processos geomorfológicos atuais, com uma preocupação eminentemente conservacionista dos denominados recursos ecológicos. Relembra, ainda, que no início da década de 1990, Tricart, juntamente com Kiewietdejonge, ampliou o conceito de ecodinâmica, com a publicação da obra *Ecogeography and Rural Managment* (1992), demonstrando maior entendimento da relação sociedade – natureza, desenvolvendo o conceito de *EcoGeografia*.

Dessa forma, Ross (1990 e 1994), inspirado nos ambientes ecodinâmicos ou morfodinâmicos de Tricart, criou uma metodologia de análise da fragilidade dos ambientes naturais aplicada ao planejamento territorial ambiental, propondo novos critérios de definição para as unidades ecodinâmicas estáveis e unidades ecodinâmicas instáveis.

## **ANÁLISE EMPÍRICA DA FRAGILIDADE: A PROPOSTA METODOLÓGICA DE ROSS APLICADA EM ÁREA DE EXPANSÃO URBANA**

Sob influência de Tricart (1977 e 1992), com referência às análises morfodinâmicas, Ross (1990, 1994 e 2001) passou a desenvolver trabalhos que resultaram em proposições para análises geográficas integradas aplicadas ao planejamento territorial com vista à gestão ou gerenciamento ambiental. No ano de 1994, o autor publicou um artigo de grande interesse para este trabalho, intitulado como *Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados*.

Assim, a análise da fragilidade proposta por Ross (1990, 1994 e 2001) exige levantamentos de campo, serviços de gabinete, a partir dos quais, num primeiro momento, geram-se produtos cartográficos temáticos, denominados por produtos cartográficos intermediários, referentes à Geomorfologia, Geologia, Pedologia, Climatologia e Uso da Terra/Vegetação. Em uma fase posterior, tais informações são sintetizadas em um produto cartográfico de síntese, denominado por Carta de Unidades de Fragilidades Potenciais e Emergentes (ROSS, 1995).

Seguindo, portanto, a proposição metodológica de Ross (1990, 1994 e 2001), para a análise empírica da fragilidade, esta pesquisa procurou adaptar as variáveis de análise sugeridas pelo autor de acordo com as peculiaridades da área de estudo e da escala de trabalho, no caso 1:10.000. Dessa forma, para o setor noroeste do sítio urbano de Piracicaba, foram elaborados, primeiramente, os produtos cartográficos intermediários, documentos de base para a hierarquização das fragilidades, bem como, na seqüência, a partir da compilação das variáveis intermediárias, a elaboração da carta síntese. Foram consideradas para consecução desta, as variáveis declividade, índice de dissecação do relevo, solos e cobertura vegetal e uso da terra.

Quanto às informações morfométricas relacionadas à declividade, o autor faz referência à utilização dos intervalos de classes de declividade já consagrados nos estudos de capacidade de uso/aptidão agrícola, associados aos conhecidos como valores-limite críticos da geotecnia, indicativos, respectivamente, do vigor dos processos erosivos, dos riscos de escorregamentos/deslizamentos e inundações freqüentes. Para a área de estudo, foram

considerados os seguintes níveis de fragilidade para cada classe de declividade, conforme demonstra a tabela 1:

**Tabela 1 - Níveis de Fragilidade associados às Classes de Declividade do Setor Noroeste do Sítio Urbano de Piracicaba (SP)**

<b>NÍVEIS DE FRAGILIDADE</b>	<b>CLASSES DE DECLIVIDADE (%)</b>
1 - Muito fraca (até 6%)	< 3 3 a 6
2 - Fraca (6 a 12%)	6 a 12
3 - Média (12 a 20%)	12 a 20
4 - Forte (20 a 30 %)	20 a 30
5 - Muito forte (acima de 30%)	30 a 45 > 45

Adaptado de ROSS (1994 e 2001).

Para a Carta Geomorfológica, Ross (1994 e 2001) propôs sua organização baseada em sua própria proposta para mapeamentos geomorfológicos datadas de 1990 e 1992 e, mais recentemente, 1997. Por meio da experiência de trabalho no Projeto RadamBrasil, Ross (1990, 1992, 1997 e 2001) organizou uma metodologia de mapeamento geomorfológico baseado em níveis taxonômicos, cuja fundamentação teórico-metodológica está atrelada às concepções de Penck (1953, citado por ROSS, 1990, 1992 e 2001), quanto às forças geradoras das formas de relevo (exógenas e endógenas); e Guerasimov (1946, citado por ROSS, 1990, 1992 e 2001) e Mescerjakov (1968, citado por ROSS, 1990, 1992 e 2001), quanto aos conceitos de morfoestrutura e morfoescultura.

Destaca-se na proposta de mapeamento geomorfológico de Ross (1990, 1992, 1997 e 2001), a composição dos padrões de formas semelhante, bem como os referenciais morfométricos para o estabelecimento das categorias de fragilidade do relevo a partir dos índices de dissecação. Tais índices são baseados na relação de densidade de drenagem/dimensão interfluvial média para a dissecação no plano horizontal e nos graus de entalhamento dos canais de drenagem para a dissecação no plano vertical. A tabela 2 representa a matriz dos índices de dissecação do relevo, enquanto a tabela 3 representa as categorias morfométricas classificadas como fragilidade do relevo para o setor noroeste do sítio urbano de Piracicaba.

**Tabela 2 - Matriz dos Índices de Dissecação do Relevo do Setor Noroeste do Sítio Urbano de Piracicaba (SP)**

Grau de entalhamento dos vales	Densidade de drenagem ou dimensão interfluvial média				
	MUITO BAIXA (1) > 700 m	BAIXA (2) 500 a 700 m	MÉDIA (3) 350 a 500 m	ALTA (4) 250 a 350 m	MUITO ALTA (5) < 250
<b>MUITO FRACO (1)</b> < 50 m	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
<b>FRACO (2)</b> 50 a 55 m	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5
<b>MÉDIO (3)</b> 55 a 60 m	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5
<b>FORTE (4)</b> 60 a 65	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5
<b>MUITO FORTE (5)</b> >65 m	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5

Adaptado de ROSS (1994 e 2001).

**Tabela 3 - Classificação da Fragilidade do Relevo segundo Índices Morfométricos para o Setor Noroeste do Sítio**

<b>1 – MUITO FRACA</b>	1.1
<b>2 – FRACA</b>	2.1, 2.2, 1.2
<b>3 – MÉDIA</b>	3.1, 3.2, 3.3, 1.3, 2.3
<b>4 – FORTE</b>	4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 1.4, 2.4, 3.4
<b>5 – MUITO FORTE</b>	5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 1.5, 2.5, 3.5, 4.5

Fonte: ROSS (1994 e 2001).

A partir de resultados de pesquisas elaboradas pelo IAC (Instituto Agronômico de Campinas), IAPAR (Instituto Agronômico do Paraná), destacando os trabalhos de Lombardi Neto e Bertoni (1975, citado por ROSS, 1994 e 2001) e Fasolo *et alii* (1992, citado por ROSS, 1994 e 2001), somadas a suas experiências de campo, Ross (1994 e 2001) propôs as classes de fragilidade dos solos, que foram adaptadas à área da pesquisa, conforme demonstra a tabela 4.

**Tabela 4 - Classes de Fragilidade dos Solos do Setor Noroeste do Sítio Urbano de Piracicaba (SP)**

CLASSES DE FRAGILIDADE	TIPOS DE SOLOS
1 – Muito baixa	Latossolos Vermelho-Amarelo Álico da Unidade Serra Alta (LV-4).
2 – Baixa	
3 – Média	Podzólicos Vermelho-Escuro (PE) da Unidade Campestre; Terra Roxa Estruturada Podzólica (TEP) da Unidade Santana.
4 – Alta	Podzólicos Vermelho-Amarelo da Unidade Usina (PV-1); Podzólicos Vermelho-Amarelo da Unidade Baguari (PV-6); Podzólicos Vermelho-Amarelo da Unidade Santa Cruz (PV-9) e
5 – Muito alta	Podzólicos Vermelho-Amarelo com cascalho e/ou cascalhentos (PV-11); Litólicos cacalhentos (LI-1); Litólicos Eutróficos ou Distróficos (LI-2); Litólicos Eutróficos ou Distróficos (LI-3).

Adaptado de ROSS (1994 e 2001).

Para o tratamento das informações da Carta de Cobertura Vegetal e Uso da Terra, Ross (1994 e 2001) sugere o estabelecimento de uma hierarquia de graus de proteção aos solos pela cobertura vegetal, com base nos estudos de Marques *et alii* (1961, citado por ROSS, 1994 e 2001) e Casseti (1984, citado por ROSS, 1994 e 2001). A tabela 5 apresenta a proposta hierárquica, obedecendo à ordem decrescente da capacidade de proteção, adaptada e utilizada para a área estudada.

**Tabela 5 - Graus de Proteção aos Solos pela Cobertura Vegetal e Uso da Terra do Setor Noroeste do Sítio Urbano de Piracicaba (SP)**

GRAUS DE PROTEÇÃO	TIPOS DE COBERTURA
1 – Muito alta	Matas
2 – Alta	
3 – Média	Pasto Sujo; Áreas Construídas; Áreas Urbanizadas; Áreas Verdes Urbanas; Áreas Alagadas.
4 – Baixa	Pastagem; Silvicultura; Culturas de Ciclo Longo; Áreas Urbanizadas sem Infra-estrutura; Indústrias.
5 – Muito baixa	Solo exposto; Cobertura Herbácea Urbana e Peri-urbana; Mineração; Cana-de-açúcar; Cultura de Ciclo Curto.

Adaptado de ROSS (1994 e 2001).

Definidas as variáveis de análise para a configuração do documento cartográfico de síntese, a elaboração da Carta de Fragilidade Ambiental do Setor Noroeste do Sítio Urbano de Piracicaba foi realizada no *software* AutoCAD Map (2004), a partir da sobreposição das informações referentes às unidades morfológicas com os índices de dissecação do relevo (Carta Geomorfológica), os tipos de solos em tons de "hachura" (dados pedológicos) e a cobertura vegetal e uso da terra ao fundo (Carta de Cobertura Vegetal e Uso da Terra).

Neste momento, foram delimitadas as diferentes composições das variáveis registradas, ou seja, delimitaram-se polígonos que registravam unidades homogêneas a partir da coerência de informações. Os polígonos delimitados foram acrescidos dos números registrados nas tabelas demonstradas anteriormente referentes a cada variável identificada, seguindo a ordem: relevo, solos e cobertura vegetal/uso da terra. Essa compilação de informações em um mesmo arquivo foi denominada por "Base Fragilidade".

Feita a compartimentação dos diferentes registros de informações, imprimiu-se essa "Base Fragilidade" somente com os "*layers*" ativos correspondentes aos limites e números dos polígonos de informação relevo - solos - cobertura vegetal/uso da terra, transferindo-a para uma mesa de luz, quando, sobre a "Base Fragilidade" integrou-se os dados da Carta Clinográfica ou de Declividade. Dessa forma, foi transferida para a "Base Fragilidade" mais uma informação, correspondente à classe de declividade predominante para cada polígono delimitado, acrescentando mais um dígito numérico.

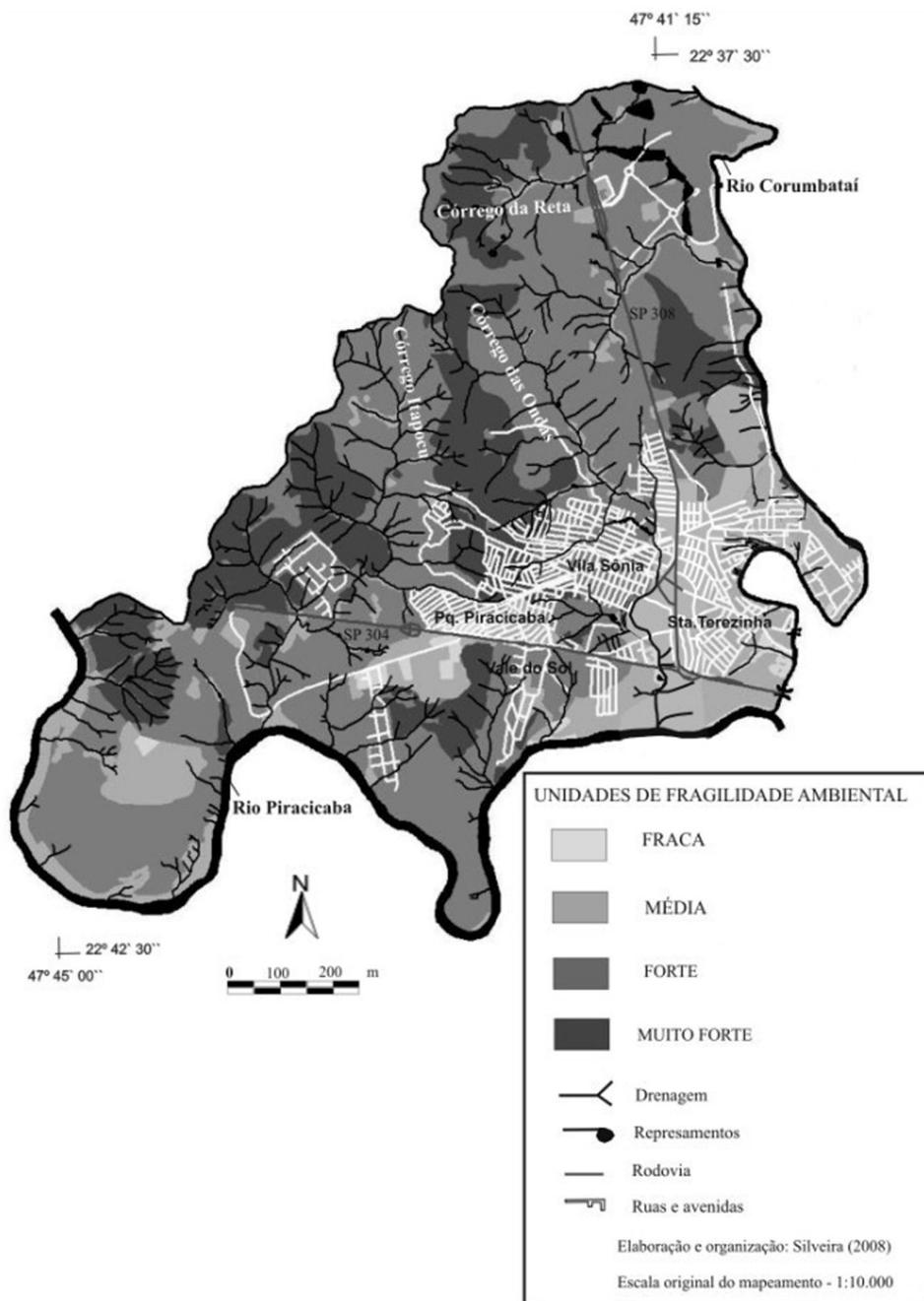
Com a "Base Fragilidade" completa pelas variáveis em análise, a próxima etapa de elaboração correspondeu à classificação das unidades fragilidade ambiental a partir da especificidade do agrupamento dos diferentes níveis de fragilidade registrados pelas variáveis, tanto de forma quantitativa, pela somatória dos níveis de fragilidade das variáveis, quanto de forma qualitativa, pelo conjunto das informações na observação e reflexão dos pesquisadores.

Tomou-se, como procedimento, a configuração de uma planilha em que foram registradas as 130 diferentes combinações das variáveis registradas na "Base Fragilidade". Após detalhada análise dessas diferentes composições, evidenciando a qualidade da combinação de variáveis, definiram-se os limites existentes entre classes de unidade de fragilidade ambiental, sendo estas classificadas como "fraca", "média", "forte" e "muito forte".

Posteriormente, agruparam-se os polígonos delimitados, conforme a somatória resultante dos quatro dígitos, inserindo-os nas classes de unidades de fragilidade ambiental, previamente definidas. Dessa forma, agruparam-se na "Base Fragilidade" as classes de unidade de fragilidade ambiental, diferenciando cada polígono a partir de seus respectivos dígitos, colorindo-os conforme a unidade pertencente. Realizou-se, portanto, o procedimento de forma analógica, garantindo maior coerência e precisão dos dados mapeados.

Na etapa final da elaboração do documento cartográfico de síntese, a "Base Fragilidade" foi escaneada e posteriormente transferida para o *software* AutoCAD Map (2004), no qual se procederam a vetorização das unidades de fragilidade ambiental e a edição da Carta de Fragilidade Ambiental do Setor Noroeste do Sítio Urbano de Piracicaba (figura 2). Por fim, dirigiu-se ao campo, para aferir a coerência das unidades mapeadas, além de registrar fotograficamente os fenômenos mapeados.

Para a elaboração desta Carta, foram apenas realizadas algumas adaptações, sobretudo quanto a não utilização do conceito de instabilidade potencial, sendo utilizada apenas a classificação de instabilidade emergente, por conta de características peculiares a área de estudo. De acordo com Ross (1994), a instabilidade emergente, ou fragilidade emergente, corresponde àquelas áreas cuja intervenção antrópica alterou significativamente o ambiente, enquanto as áreas de instabilidade potencial ou fragilidade potencial foram poupadas de tal intervenção, encontrando-se em estágio natural.



**Figura 2 - Carta de Fragilidade Ambiental do Setor Noroeste do Sítio Urbano de Piracicaba (SP)**

Muito embora a área de estudo da pesquisa apresente pontuais fragmentos de matas, sobretudo ciliares em cabeceiras de drenagem, tais vegetações, que seriam analisadas a partir do conceito de instabilidade potencial, estão envolvidas normalmente pela monocultura da cana-de-açúcar, quando não pela própria urbanização, ou mesmo pastagens. Essa situação implica em considerável pressão das atividades antrópicas sobre tais áreas. Assim, tendo em vista o predomínio de ambientes altamente influenciados pelas ações humanas, procurou-se analisar a área de estudo por meio da classificação hierárquica do ponto de vista da fragilidade emergente. Quanto a essa classificação hierárquica, Matos Fiers e Ross (2008, p. 2) argumentam que:

Devido ao aprimoramento conceitual com relação às definições das unidades ecodinâmicas, Ross (1994) passou a considerar a potencialidade dos ambientes naturais e antropizados como definidora das fragilidades ambientais não mais as separando em Emergente e Potencial. Levando-se em consideração que por mais intocado que esteja um ambiente sempre esta sendo indiretamente afetado pela ação antrópica, seja pela poluição do ar, seja pelas águas subterrâneas, entre outros.

Por fim, a proposta metodológica de Ross (1990, 1994 e 2001) é resultante do processo evolutivo das proposições de análises geográficas integradas aplicadas ao planejamento, com preocupações permanentes com o desenvolvimento da Geomorfologia Aplicada, que evoluiu para a Geografia Física Aplicada e, na seqüência, para a Geografia Aplicada (ROSS, 2001).

Diante de tal argumentação, pode-se dizer que esta pesquisa encaixou-se, ou procurou se encaixar, nos termos de uma Geografia Física Aplicada, como também de uma Geomorfologia Aplicada, no bojo de uma abordagem geográfica integrada, com o intuito de contribuir com o planejamento do território, mais especificamente como o planejamento urbano do setor expansivo noroeste do sítio urbano de Piracicaba.

## **DIAGNÓSTICO VISANDO O PLANEJAMENTO URBANO: UMA ANÁLISE EMPÍRICA DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DO SETOR NOROESTE DO SÍTIO URBANO DE PIRACICABA (SP)**

Por meio da Carta de Fragilidade Ambiental do Setor Noroeste do Sítio Urbano de Piracicaba (figura 2), foi possível, de forma sintética, pontuar algumas considerações sobre as informações do conjunto das variáveis definidoras das unidades de fragilidade ambiental, bem como suas espacializações e extensões, contribuindo para o diagnóstico ambiental da área.

Assim, em uma mesma tipologia de unidades de fragilidade, teremos setores diferenciados quanto aos atributos e pesos representados pelas suas variáveis. Para uma melhor leitura dos resultados obtidos, recomenda-se a consulta dos valores registrados nas tabelas de 1 a 5, que demonstram os níveis de fragilidade representados pelas variáveis em análise.

Nestes termos, as **unidades de fragilidade ambiental "fraca"** apresentaram menor expressividade no contexto da área de estudo, quando comparada em extensão com as outras unidades. Nos setores de baixas vertentes e fundos de vale do rio Corumbataí e do rio Piracicaba (sudeste da área estudada), como também nas baixas vertentes e fundos de vale da baixa e média bacia do córrego das Ondas, as formas de relevo apresentam-se levemente convexizadas e suavizadas. Estas, pouco dissecadas (1; ver tabelas 2 e 3), com baixas declividades (1 e 2; ver tabela 1), quando associadas ao grau de proteção aos solos promovido pelas matas ciliares (1; ver tabela 5), permitiram a classificação destes setores na classe de fragilidade ambiental "fraca", mesmo sendo a variável solo de alto potencial erosivo (4; ver tabela 4).

Para **as unidades de fragilidade ambiental "fraca"**, registradas nos setores de topos dos interflúvios que drenam para o rio Piracicaba e afluentes, as formas de relevo registraram-se planas ou convexizadas, sendo a associação das variáveis relevo e cobertura vegetal e uso da terra, que não extrapolaram níveis de fragilidade medianos, somadas às variáveis declividade e solos com valores reduzidos, como condicionantes para a classificação destes setores como unidades de fragilidade ambiental "fraca". Registram-se, portanto, formas de relevo levemente dissecadas com baixas declividades, solos bem desenvolvidos com baixo potencial a erosão, sobrepostos predominantemente por áreas construídas, que muitas vezes preservam alguma vegetação.

Já as **unidades de fragilidade ambiental "média"**, na área dominada pelo bairro Santa Terezinha e na confluência dos rios Corumbataí e Piracicaba, encontram-se sobre formas de relevo levemente convexizadas que, mesmo apresentando condições de relevo e declividade que não denotem potencial a fragilidade, têm na variável solo associada ao uso urbano sem planejamento, sobretudo em áreas de rebordos urbanos, a causa de sua classificação como fragilidade ambiental "média".

Nos setores de interflúvios do rio Piracicaba e afluentes, as variáveis declividade, solos e dissecação do relevo foram preponderantes em suas classificações, pois apresentam valores reduzidos quanto à fragilidade. Mesmo desprovidas, ainda que temporariamente, de cobertura vegetal, marcadas pelos usos da monocultura canaveira, solos expostos e coberturas herbáceas peri-urbanas, tais formas de relevo planas ou convexizadas denotam-se pouco dissecadas, com baixas declividades, sobrepostas por solos de maior resistência erosiva, classificando-as como fragilidade ambiental "média".

As unidades de fragilidade ambiental "média" correspondentes aos setores das baixas vertentes e fundos de vale do rio Piracicaba, no extremo sudoeste, bem como as baixas vertentes e fundos de vale do rio Corumbataí, no extremo nordeste da área de estudo, apresentam características semelhantes. Registram em suas formas convexizadas solos com potencial erosivo, porém associados a matas ciliares e áreas construídas que preservam alguma vegetação. Além disso, as variáveis declive e relevo não extrapolam valores intermediários, sendo estes condicionantes fundamentais para serem classificados como fragilidade "média".

As baixas vertentes e fundos de vale do baixo e médio curso do córrego da Reta apresentaram em suas formas convexizadas a variável solo com considerável potencial erosivo, no entanto, devido aos valores intermediários registrados pelas variáveis relevo e cobertura vegetal e uso da terra, além de baixos declives, foram classificados como fragilidade ambiental "média". Contudo, conforme registrado em trabalho de campo, as áreas de pasto sujo e alagadas, sobretudo nos fundos de vale de afluentes do córrego da Reta, vêm sendo tomadas pela monocultura canaveira, fator este que, em um futuro próximo, pode elevar o grau de fragilidade ambiental deste setor, visto que já são registradas formas erosivas nas margens do curso d'água.

As **unidades de fragilidade ambiental "forte"** abrangem significativa porção da área de estudo. Nos setores de grande extensão da baixa e média bacia do córrego da Reta foram determinantes na classificação as variáveis solos e cobertura vegetal e uso da terra, pois as formas de relevo convexizadas, embora levemente dissecadas com declividades reduzidas, apresentam solos de alto potencial erosivo, sobrepostos pela cana-de-açúcar e pela indústria canaveira.

Para a bacia do córrego das Ondas, em que as formas predominantes do relevo são convexas, as variáveis relevo, solos e cobertura vegetal e uso da terra tiveram significativa participação na sua classificação como fragilidade ambiental "forte", com exceção do fator declividade, que somente em determinados trechos apresentou valores medianos. Em sua alta e média bacia, as formas de relevo dissecadas com solos de potencial fragilidade erosiva alta estão recobertas por pastagem e cana-de-açúcar. Já para a baixa bacia, as formas de relevo altamente dissecadas, compondo solos de alta fragilidade erosiva, estão sobrepostas

pela urbanização do bairro Vila Sônia sem infra-estrutura adequada. Dessa forma, os valores predominantemente reduzidos e intermediários encontrados remetem apenas a variável declive, que permitiu a não classificação desses setores em níveis mais elevados.

O setor de grande extensão da alta bacia do córrego Itapocu, classificado como fragilidade ambiental "forte", apresentou as formas de relevo convexizadas e dissecadas, com declividades elevadas nas cabeceiras de drenagens, solos de alta fragilidade erosiva, sobrepostos com fragmentos de matas ciliares. A presença desses fragmentos condicionou a classificação desse setor da alta bacia do córrego Itapocu como unidade de fragilidade "forte", mesmo com as outras variáveis em análise demonstrando níveis elevados de fragilidade. Assim, caso não houvesse a presença da mata, ou se esta for substituída pela monocultura canavieira, estas áreas passaram a apresentar fragilidade "muito forte".

Na média bacia, as formas de relevo convexas altamente dissecadas apresentam declividades baixas a médias, com domínio de solos de alta fragilidade, que estão sobrepostos pela cana-de-açúcar, pastagens e áreas construídas. Se, para o setor da alta bacia, a variável cobertura vegetal e uso da terra permitiu tal classificação, para a média bacia do Córrego Itapocu, o fator responsável por não incluí-la na classificação das unidades de fragilidade "muito forte" foi a variável declividade, visto que não atingiu níveis de fragilidade superiores aos medianos.

Já para a baixa bacia, quanto às variáveis solos e cobertura vegetal e uso da terra, registraram-se cenários semelhantes ao da média bacia, combinadas a formas de relevo convexizadas levemente dissecadas com declividades reduzidas. Embora as condições de relevo e declividade não denotem fragilidade acima dos níveis intermediários, os solos e seu uso preponderante garantiram também aos setores da baixa bacia do córrego Itapocu, a classificação de fragilidade ambiental "forte".

Nas **unidades de fragilidade ambiental "muito forte"**, as variáveis em análise, relevo/solos/cobertura vegetal e uso da terra/declividade denotam níveis elevados quanto às fragilidades. Em ambos os critérios de análise, tanto quantitativo quanto qualitativo, a classificação desses cenários foi de fragilidade "muito forte".

Os setores de drenagens que se direcionam ao rio Piracicaba (sudoeste da área de estudo), as médias vertentes do interflúvio entre o rio Piracicaba e afluentes, bem como os topos e vertentes da margem direita da média bacia do córrego Itapocu, apresentaram níveis de fragilidade elevados para todas as variáveis em análise, com raríssimos valores intermediários, classificando-os como fragilidade "muito forte". As formas de relevos convexizadas encontram-se dissecadas ou extremamente dissecadas, com declividades médias e elevadas, solos de considerável fragilidade erosiva, sendo utilizados para pastagens, fragmentos de silvicultura e para a monocultura da cana-de-açúcar.

Para os setores dos topos e altas vertentes do interflúvio entre o córrego das Ondas e o córrego Itapocu, mesmo com valores reduzidos de declividade, classificou-se este setor como fragilidade "muito forte", por tratar-se de um interflúvio convexizado de onde partem canais de primeira ordem que abastecem duas bacias de drenagem que direcionam ao rio Piracicaba, como também, pelas características de elevada fragilidade do relevo e solos, sendo seus usos destinados a monocultura canavieira.

Já nos setores das vertentes da alta bacia do córrego da Reta, a declividade se acentua, no entanto, as características de relevo, solos e cobertura vegetal e uso da terra permanecem idênticas às dos setores do interflúvio mencionado. Tais características também levaram a classificação desses setores com fragilidade ambiental "muito forte".

Os setores de vertentes que se direcionam ao rio Corumbataí, classificados como fragilidade ambiental "muito forte", apresentaram no conjunto de suas variáveis os níveis mais elevados, o que de fato torna-se preocupante a partir do momento em que o rebordo urbano da zona expansiva noroeste de Piracicaba apresenta-se muito próximo. As formas de relevo convexizadas e muito dissecadas, com declividades elevadas, principalmente nas altas e médias vertentes, apresentam solos de alta fragilidade, que ficam expostos aos

condicionantes erosivos, sobretudo as pluviosidades que, em parte do ano, devido à utilização pela monocultura canavieira, encontram-se desprovidas de cobertura vegetal.

Dessa forma, a análise do documento cartográfico de síntese propiciou uma leitura espacializada da relação estabelecida entre as variáveis pertencentes à natureza, ou ao sistema natural, com as variáveis antrópicas, ou do sistema antrópico. Tal leitura, por meio da metodologia adotada por esta pesquisa, contribuiu para a realização de um diagnóstico detalhado das condições ambientais, sobretudo aquelas atreladas ao relevo, que é palco das atividades humanas do setor de expansão urbana noroeste do sítio urbano de Piracicaba. Por fim, a tabela 6 sintetiza os níveis de fragilidade das variáveis registradas nas unidades de fragilidade, de acordo com suas extensões.

**Tabela 6 - Extensão das Variáveis das Unidades de Fragilidade Ambiental do Setor Noroeste do Sítio Urbano de Piracicaba (SP)**

Unidades de Fragilidade Ambiental.	Extensão das Unidades de Fragilidade Ambiental.	Formas predominantes de relevo.	Fragilidade do relevo (ver tabelas 2 e 3).	Níveis de fragilidade - declividade (ver tabela 1).	Grau de fragilidade dos solos (ver tabela 4).	Grau de proteção aos solos pela cobertura vegetal/uso da terra (ver tabela 5).
FRACA	Setores de baixas vertentes e fundos de vale do rio Corumbataí e do rio Piracicaba (sudeste da área estudada) e baixas vertentes e fundos de vale da baixa e média bacia do córrego das Ondas.	levemente convexizadas e suavizadas.	"muito fraca" (1).	"muito fraca" (1) e "fraca" (2).	"alta" (4).	"muito alta" (1).
	Setores de topos dos interflúvios que drenam para o rio Piracicaba e afluentes.	planas ou convexizadas.	"média" (3).	"muito fraca" (1).	"muito baixa" (1).	"média" (3).
MÉDIA	Área dominada pelo bairro Santa Terezinha, na confluência dos rios Corumbataí e Piracicaba.	levemente convexizadas.	"muito fraca" (1).	"muito fraca" (1) e "fraca" (2).	"alta" (4).	"média" (3) e "baixa" (4).
	Setores de interflúvios do rio Piracicaba e afluentes.	planas ou convexizadas.	"média" (3).	"muito fraca" (1).	"muito baixa" (1).	"muito baixa" (5).
	Setores das baixas vertentes e fundos de vale do rio Piracicaba, no extremo sudeste, bem como as baixas vertentes e fundos de vale do rio Corumbataí, no extremo nordeste da área de estudo.	convexizadas.	"média" (3).	"muito fraca" (1).	"alta" (4).	"muito alta" (1) e "média" (3).
	Baixas vertentes e fundos de vale do baixo e médio curso do córrego da Reta.	convexizadas.	"média" (3).	"muito fraca" (1) e "fraca" (2).	"alta" (4).	"média" (3).
FORTE	Setores de grande extensão da baixa e média bacia do córrego da Reta.	convexizadas.	"média" (3).	"muito fraca" (1).	"alta" (4) e "muito alta" (5).	"baixa" (4) e "muito baixa" (5).
	Bacia do córrego das Ondas.	convexizadas.	"forte" (4) e "muito forte" (5).	"muito fraca" (1), "fraca" (2) e "média" (3).	"alta" (4) e "muito alta" (5).	"baixa" (4).
	Alta bacia do córrego Itapocu.	convexizadas.	"forte" (4).	"forte" (4) e "muito forte" (5).	"alta" (4) e "muito alta" (5).	"muito alta" (1).
	Média bacia do córrego Itapocu.	convexizadas.	"muito forte" (5).	"muito fraca" (1), "fraca" (2) e "média" (3).	"alta" (4) e "muito alta" (5).	"média" (3), "baixa" (4) e "muito baixa" (5).
	Baixa bacia do córrego Itapocu.	convexizadas.	"média" (3).	"muito fraca" (1) e "fraca" (2).	"alta" (4) e "muito alta" (5).	"média" (3), "baixa" (4) e "muito baixa" (5).
	Grandes extensões das médias e baixas vertentes dos interflúvios que drenam para o rio Piracicaba e afluentes.	convexizadas.	"média" (3) e "muito forte" (5).	"muito fraca" (1), "fraca" (2) e "média" (3).	"alta" (4) e "muito alta" (5).	"baixa" (4) e "muito baixa" (5).
MUITO FORTE	Setores de drenagens que se direcionam ao rio Piracicaba (sudeste da área de estudo), as médias vertentes do interflúvio entre o rio Piracicaba e afluentes, bem como os topos e vertentes da margem direita da média bacia do córrego Itapocu.	convexizadas.	"forte" (4) e "muito forte" (5).	"média" (3), "forte" (4) e "muito forte" (5).	"alta" (4) e "muito alta" (5).	"baixa" (4) e "muito baixa" (5).
	Setores dos topos e altas vertentes do interflúvio entre o córrego das Ondas e o córrego Itapocu.	convexizadas.	"muito forte" (5).	"muito fraca" (1) e "fraca" (2).	"muito alta" (5).	"muito baixa" (5).
	Setores das vertentes da alta bacia do córrego da Reta.	convexizadas.	"muito forte" (5).	"média" (3), "forte" (4) e "muito forte" (5).	"muito alta" (5).	"muito baixa" (5).
	Setores de vertentes que se direcionam ao rio Corumbataí.	convexizadas.	"muito forte" (5).	"forte" (4) e "muito forte" (5).	"muito alta" (5).	"muito baixa" (5).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados proposto por Ross (1990, 1994 e 2001), ao avaliar as informações obtidas por meio dos produtos cartográficos intermediários e compiladas no produto cartográfico de síntese, associados aos dados encontrados na bibliografia e em trabalhos de campo, foi possível realizar um diagnóstico ambiental do setor noroeste do sítio urbano de Piracicaba, servindo como instrumento para ações vinculadas ao planejamento urbano.

De maneira sintética, procurou-se analisar de forma integrada as variáveis pertencentes ao sistema natural, como os parâmetros morfométricos representados pelos índices de dissecação do relevo (grau médio do entalhamento dos vales e dimensão interfluvial média) e classes de declividade, a tipologia dos solos derivadas das formações geológicas e as formas de vertentes, procurando inferir os processos e as fragilidades inerentes ao meio natural. Tais informações, somadas à cobertura vegetal e uso da terra, correspondente à ação antrópica, foram sintetizadas na Carta de Fragilidade Ambiental, buscando espacializar a relação entre o sistema natural e o sistema antrópico, derivando em classes de fragilidade ambiental, de "fraca" a "muito forte".

Assim, as condições intrínsecas ao sistema natural vêm sofrendo a constante interferência do sistema antrópico, sobretudo na área de estudo selecionada, que se trata de um eixo de expansão urbana. Procurou-se, portanto, analisar de que forma o sistema antrópico vem intervindo no sistema natural e quais são as conseqüências derivadas dessas intervenções, expressas a partir das unidades de fragilidade ambiental.

De forma geral, constatou-se que as ações promovidas pelo sistema antrópico vêm alterando os fluxos de matéria e energia do sistema geomorfológico, que está no arcabouço do sistema natural. As principais formas de interferências antrópicas estão associadas especialmente à monocultura canavieira e à expansão urbana sem planejamento, que interferem diretamente na dinâmica morfológica e hidrológica do sistema geomorfológico. Não se pode, ainda, deixar de mencionar as interferências antrópicas promovidas mediante as áreas construídas, as extrações de minérios, as pastagens, as áreas industriais, dentre outras, que atuam nas formas de relevo sem levar em consideração a fragilidade do meio natural e o grau de interferência gerado pelas suas ocupações.

Pôde-se, assim, identificar que a proposta metodológica de Ross (1990, 1994 e 2001) contribui de forma significativa para diagnosticar os níveis de interferência promovidos pelo sistema antrópico no sistema natural, quanto ao processo de urbanização, bem como contribui para a avaliação da fragilidade de futuras áreas a serem urbanizadas. Trata-se, portanto, de uma proposta metodológica, de origem sistêmica, no seio de uma abordagem geográfica integrada, com viés geográfico e geomorfológico aplicado ao planejamento territorial ambiental e urbano.

## REFERÊNCIAS

BERTRAND, G. Paisagem e geografia Física Global: esboço metodológico. São Paulo, Instituto de Geografia, **Caderno de Ciências da Terra**, n.13, 1972.

CHRISTOFOLETTI, A. A Aplicabilidade do Conhecimento Geomorfológico nos Projetos de Planejamento. In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B.C (Org.). **Geomorfologia** – Uma Atualização de Bases e Conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Edgard Blucher, 1999.

CHORLEY, R.J.; KENNEDY, B.A. **Physical Geography: a systems approach**. Londres: Prentice Hall, 1971.

- GREGORY, K.J. **A Natureza da Geografia Física**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1992.
- MATOS FIERS, M.S.; ROSS, J.L.S. O Uso da Metodologia de Fragilidade Ambiental como Subsídio à Implantação de Planos de Manejo de Parques Estaduais – O Parque Intervales (SP). In: VII SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA E II CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANO DE GEOMORFOLOGIA, 2008, Belo Horizonte – MG. **Anais...** Belo Horizonte, UFMG, 2008.
- OLIVEIRA, R.C. **Zoneamento Ambiental como Subsídio para o Planejamento de Uso e Ocupação do Solo do Município de Corumbataí**. 2003. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas - IGCE, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Rio Claro, 2003.
- PIRACICABA. Secretaria Municipal de Planejamento. **Plano Diretor de Desenvolvimento de Piracicaba**. Piracicaba: Prefeitura Municipal de Piracicaba, 1991.
- PÓLIS, INSTITUTO DE ESTUDOS, FORMAÇÃO E ASSESSORIA EM POLÍTICAS SOCIAIS. **Revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento de Piracicaba: Relatório I – Leitura Técnica**. Piracicaba: Instituto de Pesquisa e Planejamento de Piracicaba, 2003. Disponível em: < [http://www.ipplap.com.br/docs/relatório\\_diag\\_PDD\\_1a45pdf](http://www.ipplap.com.br/docs/relatório_diag_PDD_1a45pdf) >. Acesso em: 12 dez 2006.
- RODRIGUES, C. A Teoria Geossistêmica e sua Contribuição aos Estudos Geográficos e Ambientais. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n.14, p.69-77, 2001.
- ROSS, J.L.S. **Geomorfologia, Ambiente e Planejamento**. São Paulo: Ed. Contexto, 1990.
- \_\_\_\_\_. O Registro Cartográfico dos Fatos Geomórficos e a Questão da Taxonomia do Relevo. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n.6, p.17-30, 1992.
- \_\_\_\_\_. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais Antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n.8, p.63-74, 1994.
- \_\_\_\_\_. Análise na Abordagem Geográfica Integrada da Pesquisa para o Planejamento Ambiental. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n.9, p.65-75, 1995.
- \_\_\_\_\_. **Geomorfologia e Geografia Aplicadas a Gestão Territorial: Teoria e Metodologia para o Planejamento Ambiental**. 2001. 322f. Tese (Livres Docência) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas – FFLCH, Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, 2001.
- \_\_\_\_\_. **Ecogeografia do Brasil: subsídio para Planejamento Ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.
- ROSS, J.L.S.; MOROS, I.C. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: FFLCH – USP/ IPT/ FAPESP, 1997.
- SEADE, Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. **Projeção de População**. Disponível em: <<http://www.seade.gov.br/produtos/proipop/index/php>>. Acesso em: 03 jan. 2007.
- SOTCHAVA, V.B. O Estudo de Geossistema. São Paulo, Instituto de Geografia/USP, **Série Métodos em Questão**, n.16, 1977.
- \_\_\_\_\_. Por uma Teoria de Classificação de Geossistemas Terrestres. São Paulo, Instituto de Geografia/USP, **Biogeografia**, n.14, 1978.
- TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE-SUPREN, 1977.
- TRICART, J.; KIEWIETDJONG, C. **Ecogeography and Rural Management**. Paris: Esses, UK. Longman Scientific e Technical, 1992.
- VICENTE, L.E.; PEREZ FILHO, A. Abordagem Sistêmica em Geografia. **Geografia**. Rio Claro, v.28, n.3, p. 323-344, 2003.

Recebido em maio de 2009

Aceito em abril de 2010