

# IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS SUSCETÍVEIS A EXPANSÃO URBANA UTILIZANDO CARTA DE FRAGILIDADE AMBIENTAL

Identification of susceptible areas for urban expansion by using  
environmental fragility map

Maurício Polidoro\*

Jean Pereira de Azevedo do Carmo\*\*

Gustavo Ferreira de Souza\*\*\*

José Augusto de Lollo\*\*\*\*

**RESUMO** – O avanço das áreas urbanas tem tomado diferentes configurações com o surgimento de novas formas de consumo e estilos de vida em diversas sociedades do mundo, especialmente a brasileira. Contudo, a expansão urbana é comum em inúmeras cidades e aliada a preocupação ambiental traz à tona a discussão da seleção de áreas para novos loteamentos e as obras que trazem consigo como saneamento básico, sistema viário, equipamentos de serviços e lazer. Neste sentido, é de extrema importância analisar a fragilidade de cada espaço a ser ocupado pelo uso “urbano” e seus adjacentes no sentido de prever e evitar o uso *desordenado* do território e catástrofes que podem ser geradas com as transformações. A partir deste contexto, o artigo utilizará a carta de fragilidade ambiental com o objetivo de indicar quais as áreas do município de Londrina, Paraná, Brasil, que estão mais aptas a serem urbanizadas, bem como indicar, dentro do perímetro urbano, quais podem ser mais adensadas e utilizadas de forma adequada objetivando minimizar os impactos socioambientais.

**SYNOPSIS** – The advance of urban areas have taken different settings with the emergence of new forms of consumption and lifestyles in different societies around the world. However, urban sprawl is common in numerous cities and allied to the environmental concern raises the discussion of selecting areas for new developments and related works like sanitation, road systems, services and entertainment equipments, etc. In this sense, it is extremely important to analyze the fragility of each space to be occupied by the "urban" form in order to predict and prevent the inordinate use of the territory and catastrophes that can be generated with the changes. In this context the paper uses the environmental fragility map in order to indicate which areas of the municipality of Londrina, Parana, Brazil are more likely to be urbanized, and to indicate, within the city limits, which can be more densely populated and used properly in order to minimize the environmental impacts.

**PALAVRAS CHAVE** – Expansão urbana, fragilidade ambiental, Londrina, geotecnologias.

---

\* Geógrafo, Especialista em Análise Ambiental, Mestre em Engenharia Urbana. Pesquisador do Observatório das Metrôpoles/Núcleo Curitiba – Universidade Federal do Paraná. E-mail: polidoro@ufpr.br

\*\* Geógrafo. Mestrando em Engenharia Urbana – Universidade Federal de São Carlos. E-mail: jeangeografo@yahoo.com.br

\*\*\* Geógrafo, Especialista em Planejamento e Gestão Ambiental. Mestrando em Engenharia Urbana – Universidade Federal de São Carlos. E-mail: gustavosalomoni@gmail.com

\*\*\*\* Engenheiro Geólogo, Doutor em Geotecnia. Professor Adjunto – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”. E-mail: lolloja@dec.feis.unesp.br

## 1 – INTRODUÇÃO

As mudanças ambientais têm-se intensificado no mundo em função das atividades humanas desprovidas de planejamento ou exercidas de forma irregular. Além disso, o crescimento populacional gera pressão aos recursos naturais. Como consequência, o ambiente natural é afetado, intensificando os processos de degradação dos recursos essenciais à vida.

As intervenções humanas alteram os componentes naturais (relevo, solo, vegetação, clima e recursos hídricos), ocasionando o comprometimento da funcionalidade do sistema, quebrando seu equilíbrio natural. Assim, é fundamental que as intervenções humanas sejam compatíveis com a potencialidade dos recursos e com a fragilidade dos ambientes.

O termo fragilidade ambiental está ligado à susceptibilidade do sistema de sofrer alterações em função de intervenções. Quando é quebrado o estado de equilíbrio dinâmico o sistema pode entrar em colapso, passando para uma situação de risco.

Ross (1990, 1994 e 2001), embasado no conceito de unidade ecodinâmicas de Tricart (1977), propôs as unidades ecodinâmicas instáveis, ou de instabilidade emergente, e as unidades ecodinâmicas estáveis, ou de instabilidade potencial, a serem representadas num produto cartográfico de síntese, nomeado por Carta de Unidades de Fragilidade Potenciais e Emergentes.

Baseando-se neste conceito, entende-se por fragilidade ambiental o grau de susceptibilidade a qualquer tipo de dano, ou seja, está relacionado aos ambientes em situação de risco onde se destacam as erosões, os movimentos gravitacionais de massa, o assoreamento de cursos de água e as inundações.

Para compreender o cenário da fragilidade do ambiente, segundo Ross (1994), é necessário realizar um estudo integrado dos elementos componentes do estrato geográfico que dão suporte à vida animal e ao homem, os quais analisados e inter-relacionados geram um produto analítico-sintético que retrata a situação da área de estudo.

De acordo com este conceito, Tricart (1977) considera que os ambientes são estáveis quando estão em equilíbrio dinâmico e foram poupados da ação humana, encontrando-se em estado natural. Entretanto, quando este equilíbrio sofre as intervenções antrópicas, passa a ser considerado como uma unidade instável.

Conforme Crepani *et al.* (2001), uma unidade de paisagem natural é considerada estável quando os eventos naturais que nela ocorrem favorecem os processos de pedogênese, isto é, o ambiente favorece a formação e o desenvolvimento do solo; nestes ambientes encontramos solos bastante desenvolvidos, intemperizados e envelhecidos.

Uma unidade de paisagem natural é considerada vulnerável quando prevalecem os processos modificadores do relevo (morfogênese) e, por isso, existe um predomínio dos processos de erosão em detrimento aos processos de formação e desenvolvimento do solo.

O estudo dos atributos do meio físico seguiu a metodologia de Tricart (1977) assim analisando o ambiente sob a ótica da teoria dos sistemas onde na natureza as forças de energia e matérias processam-se através do homem, alterando o equilíbrio dinâmico. Crepani *et al.* (2001) ajustou a metodologia proposta por Tricart (1977), dando ênfase ao uso de geotecnologias, principalmente o sensoriamento remoto e os sistemas de informação geográfica, para elaborar mapas de fragilidade ambiental.

Os mapas de fragilidade e/ou vulnerabilidade ambiental são ferramentas que atendem a essa necessidade. São instrumentos de avaliação das fragilidades e potencialidades que sintetizam as características naturais dos meios e as restrições e/ou aptidões em face de distintas formas de uso e ocupação. A elaboração de mapas de fragilidade ambiental mostra, assim, em termos de intensidade e de distribuição espacial, a susceptibilidade do meio físico, considerando-se os fatores geológicos, geomorfológicos e pedológicos, e as suas respostas às pressões antrópicas (Spörl, 2001).

A carta de fragilidade é o produto final que auxilia no diagnóstico que pode nortear as futuras intervenções antrópicas e corrigir as presentes, sendo portanto um instrumento no trabalho de planejamento físico e territorial.

Com isso, o estudo da fragilidade ambiental constitui-se num passo primordial à ocupação e uso mais adequado do solo na medida em que é necessário conhecer e compreender a dinâmica do sistema urbano e ambiental, bem como as transformações decorrentes dele, para subsidiar o planejamento e as ações a serem tomadas, para destinar e assegurar a qualidade dos recursos hídricos e do solo, e da conservação da biodiversidade.

Para este trabalho, foi adotada a proposta metodológica de Ross (1994), sendo realizadas adaptações, sobretudo na quantificação dos valores e na hierarquia dos atributos físicos, por conta de características peculiares da área de estudo.

A área de pesquisa apresenta pontuais fragmentos de matas e mananciais de significativa importância, mas a intervenção antrópica alterou significativamente o ambiente, tanto pela urbanização quanto pela agricultura.

Neste cenário, a importância deste trabalho é observada quando se analisa o processo de desenvolvimento urbano do recorte, que aliado ao intenso crescimento econômico vem exigindo novas regiões para urbanização, demandando estudos que possam identificar as áreas possíveis para tal ocupação.

## 2 – O MÉTODO DE APOIO NOS ÍNDICES DE DECLIVIDADE DO RELEVO

A Análise da Fragilidade dos Ambientes Naturais Antropizados, proposta por Ross (1994), foi concebida e aplicada em regiões de clima tropical-úmido do centro-sul do Brasil.

Para Ross (1994), as unidades de fragilidade dos ambientes naturais devem ser resultantes dos levantamentos básicos de geomorfologia, geologia, solos, vegetação, uso da terra, fauna e clima. Esses elementos precisam ser tratados de forma integrada, possibilitam obter um diagnóstico das diferentes categorias hierárquicas da fragilidade dos ambientes naturais em consonância com os pressupostos dos Geossistemas.

Em termos de procedimentos metodológicos, este trabalho está estruturado no modelo de fragilidade potencial natural com apoio nos índices de dissecação do relevo, proposto por Ross (1994).

Este modelo propõe hierarquizar as variáveis em cinco classes de acordo com sua vulnerabilidade. Com isso as variáveis mais instáveis apresentam valores próximos a 1,0 as intermediárias ao redor de 3,0 e as mais vulneráveis próximas de 5,0. O Quadro 1 mostra as classes propostas por Ross (1994).

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 com aqueles conhecidos como valores limites críticos da geotecnia, indicativos respectivamente do vigor dos processos erosivos, dos riscos de escorregamentos/deslizamentos e inundações frequentes.

**Quadro 1** – Índices de declividade do relevo.

Graus de Declividade	Classes
1 – Muito Fraca	< 6%
2 – Fraca	6% a 12%
3 – Média	12% a 20%
4 – Forte	20 a 30%
5 – Muito Forte	>30%

Fonte: Ross (1994)

Mediante os resultados de pesquisas elaboradas pelo Instituto Agronômico de Campinas (IAC), Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), destacando os trabalhos de Lombardi Neto e Bertoni (1975, citado por Ross, 1994 e 2001) e Fasolo *et al.* (1992, citado por Ross, 1994 e 2001), somadas a suas experiências de campo, Ross (1994; 2001) propôs as classes de fragilidade dos solos. Esta proposta é apresentada no Quadro 2.

**Quadro 2** – Classes de fragilidade do solo.

<b>Classes de Fragilidade</b>	<b>Classes de Solos</b>
1 – Muito Baixa	Latossolo Roxo, Latossolo Vermelho escuro e Vermelho-Amarelo textura argilosa
2 – Baixa	Latossolo Amarelo e Vermelho-Amarelo textura média/argilosa
3 – Média	Latossolo Vermelho Amarelo, Terra Roxa, Terra Bruna, Podzólico Vermelho – Amarelo textura média/argilosa.
4 – Forte	Podzólico Vermelho-amarelo textura média/arenosa Cambissolos
5 – Muito Forte	Solos Litólicos, Areias Quartzosas

Fonte: Ross (1994)

Para o tratamento 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 al.* (1961, citado por Ross, 1994 e Spörl e Ross, 2004) e Cassetti (1984, citado por Ross, 1994 e 2001). O Quadro 3 apresenta tal hierarquia, obedecendo à ordem decrescente da capacidade de proteção.

**Quadro 3** – Graus de proteção do solo segundo a cobertura vegetal.

<b>Graus de Proteção</b>	<b>Tipos de Cobertura Vegetal</b>
1 – Forte	Florestas/Matas Naturais, Florestas Cultivadas com diversidade de espécies e vários estratos.
2 – Médio	Formações arbustivas originais abertas com estrato de gramíneas Formações arbustivas densas de origem secundárias (capoeira) Formações naturais cultivadas de gramíneas (pastos) Agricultura de ciclo longo de ocupação densa (cacau, banana).
3 – Fraca	Áreas desmatadas recentes Agricultura de ciclo curto (arroz, milho, feijão, soja, trigo) e agricultura de ciclo longo de baixa densidade (café, laranja, pimenta-do-reino).

Fonte: Ross (1994)

A partir disso será estabelecida uma classificação da fragilidade através da composição entre as quatro informações compostas e os algarismos mencionados, seguindo a seqüência: relevo, solo, cobertura vegetal / uso da terra, e pluviosidade.

Desta combinação será possível hierarquizar os graus de fragilidade natural. Nessa convenção, o conjunto numérico 1111 representa fragilidade muito baixa do ambiente, já à combinação 5555 apresenta fragilidade muito alta.

### 3 – O MUNICÍPIO DE LONDRINA E A EXPANSÃO URBANA (DES)ORDENADA

O município de Londrina teve seu processo de colonização iniciado no final da década de 1920 pela Companhia de Terras do Norte do Paraná, sendo instituída como comarca a partir de 1934.

Planejada nos seus primórdios para agregar aproximadamente 20 mil habitantes, com a expansão econômica do café aliada a localização geoestratégica, e ainda a uma classe empresarial ascendente, o município também se impulsionou para ser sede de serviços, constituindo-se como um dos principais municípios da região Sul do Brasil.

Pólo da Região Metropolitana, Londrina totaliza 519 707 habitantes (IBGE, 2009) e somados aos sete outros municípios integrantes da RM agrega um contingente populacional de 766 682 habitantes (IBGE, 2009). A Figura 1 indica a localização do município no contexto mesorregional.



**Fig. 1** – Contextualização de Londrina na região (quadro maior) e no estado do Paraná (canto inferior direito). Fonte: PMSB (2010).

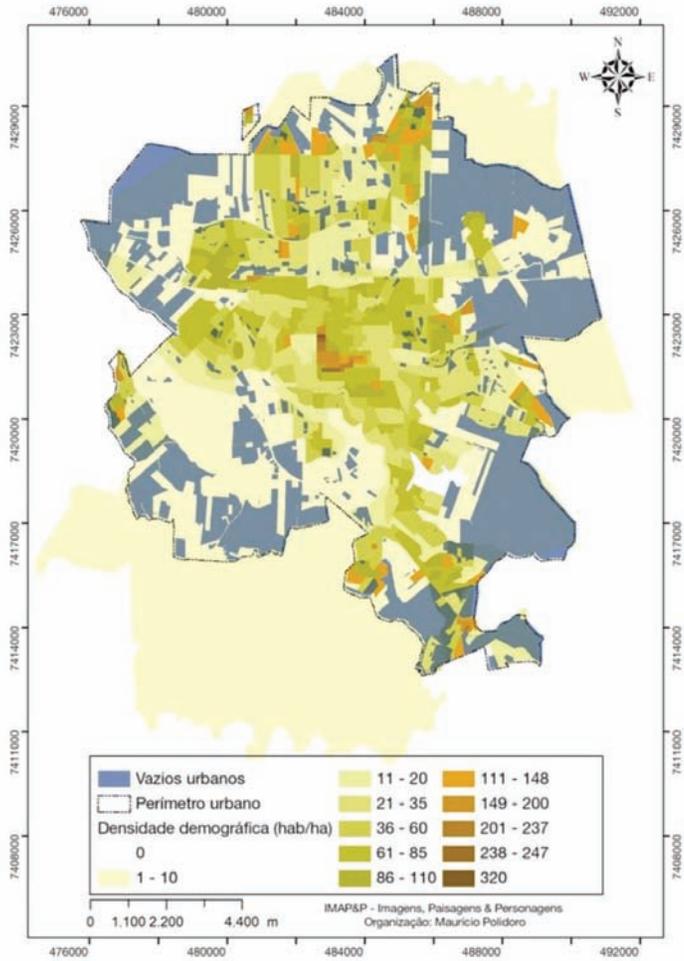
Permeada pela rodovia BR-369 e ótimas condições geoambientais, a área urbana de Londrina teve grande expansão no sentido norte com a criação de conjuntos habitacionais a partir da década de 1960, constituindo atualmente uma das áreas de maior densidade demográfica da área urbanizada.

Por outro lado, a região sul, com início de declive mais acentuado, foi alvo de especuladores imobiliários quando da instalação de um *Shopping Center* que acabou por incitar o surgimento de condomínios fechados horizontais e ocupações de alta renda, delineando uma região com múltiplas densidades demográficas.

Este cenário de densidade demográfica desigual levou Polidoro (2010) a caracterizar a expansão urbana em Londrina como aquela denominada pelo fenômeno do *sprawling* urbano.

Identificado basicamente como um fenômeno com saltos de desenvolvimento (descontinuidades de densidade demográfica, indicada na Figura 2), vazios urbanos, faltas de padrões multi-uso

do solo (Morris, 2006) dentre outros, as áreas destinadas ao uso urbano seguem cada vez mais uma tendência a invadir áreas inicialmente agrícolas e aquelas com condições geotécnicas não-favoráveis, resultando em grandes impactos socioambientais.



**Fig. 2** – Densidade demográfica e vazios urbanos em Londrina-PR.

A densidade demográfica desigual e a presença de grandes vazios urbanos são grandes vilões no processo do planejamento e gestão urbanos, tendo em vista a subutilização da infraestrutura disponível nas localidades sem ocupação e o sobrecarregamento naquelas altamente densas que ficam distas do centro consolidado.

Considerando o descrito, e o intenso processo de expansão de Londrina, identificar as próximas áreas suscetíveis à ocupação urbana, considerando as limitações do meio natural é de suma importância quando se almeja evitar problemas nas obras de engenharia de infraestrutura, novos loteamentos e preservação ambiental.

Além disso, a identificação das novas áreas aptas a urbanização pode também surgir como justificativa para a ocupação dos vazios localizados nos interstícios das áreas urbanas consolidadas, proporcionando um desenvolvimento social mais equitativo (no sentido de combater a especulação imobiliária) e ambientalmente adequado (evitando grandes degradações ao ambiente).

#### 4 – MATERIAIS E MÉTODOS

Para gerar a carta de fragilidade ambiental foi usada o método adaptado de Ross (1994) que é baseada no conceito de ecodinâmica de Tricart (1977), que estabelece a avaliação de paisagens em unidades estáveis, instabilidade emergente ou instabilidade potencial, que podem ser representados por meio cartográfico através da carta de fragilidade ou vulnerabilidade ambiental. A obtenção deste produto cartográfico da carta de fragilidade é construído por dados cartográficos intermediários.

Para a aplicação do método é considerado para análise a variável relevo, variável solo, variável uso da terra, variável declividade, sendo que todas as variáveis são ponderadas com pesos de 1 a 5, que vão do mais forte para mais fraco e no caso do uso e cobertura da terra do mais protegido ao menos protegido. O Quadro 4 mostra estes graus de vulnerabilidade.

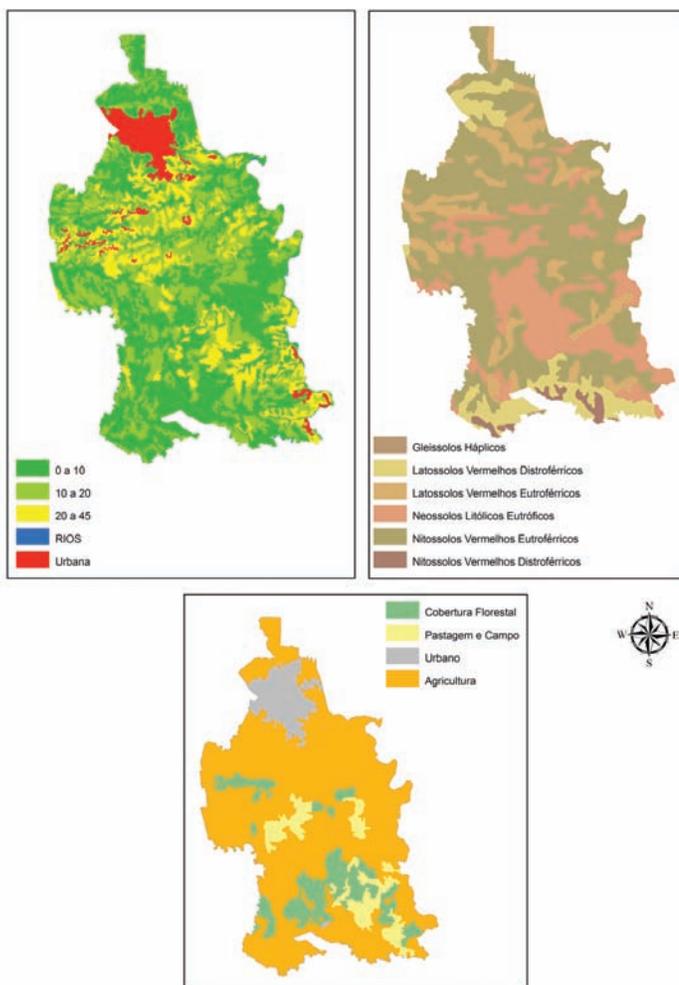
Os dados cartográficos intermediários que foram usados para gerar a carta de fragilidade foram os dados de solo, declividade e uso e cobertura da terra; o quarto dado, relevo, não foi obtido. Com os três dados disponíveis foi possível avaliar as condições de fragilidade em relação a expansão urbana de Londrina-PR.

A distribuição dos pesos aos atributos ambientais utilizados podem ser observados no Quadro 4. Na Figura 3 é demonstrado um mosaico com os produtos cartográficos intermediários que resultaram na carta final.

**Quadro 4** – Graus de vulnerabilidade dos mapas temáticos.

<b>Fragilidade</b>	<b>Uso e cobertura da Terra</b>	<b>Valor</b>
Muito Fraca	Cobertura Florestal	1
Média	Pastagem e Campos	3
Forte	Agricultura	4
Muito Forte	Uso Misto (Urbano)	5
<b>Fragilidade</b>	<b>Classes de Declividade</b>	<b>Valor</b>
Muito Fraca	< 6%	1
Fraca	6% – 12%	2
Média	12% – 20%	3
Forte	20% - 30%	4
Muito Forte	> 30%	5
<b>Fragilidade</b>	<b>Solos</b>	<b>Valor</b>
Muito Fraca	Latossolo Vermelho Distroférico típico	1
Muito Fraca	Latossolo Vermelho Distroférico típico, álico	1
Muito Fraca	Latossolo Vermelho Eutroférico típico	1
Fraca	Associação Latossolo Vermelho Eutroférico típico + Nitossolo Vermelho Eutroférico típico	2
Média	Nitossolo Vermelho Distroférico típico	3
Média	Nitossolo Vermelho Eutroférico típico	3
Forte	Gleissolo Háptico Indiscriminado	4
Muito Forte	Associação Neossolo Litólico Eutrófico chernossólico + Chernossolo Argilúvico Férrico Saprolítico + Nitossolo Vermelho Eutroférico típico	5

Fonte: Ross (1994) – adaptado.



**Fig. 3** – Mosaico dos materiais cartográficos que subsidiaram a carta de fragilidade ambiental.

Os dados de solos e uso e cobertura da terra (ITCG, 2009) foram adquiridos em formato vetorial *shape file*, e inseridos no banco de dados, bem como as demais bases cartográficas como perímetro urbano, vazios urbanos e aglomerados subnormais (IPPUL, 2008). A declividade do Município de Londrina foi elaborada através da entrada dos dados do modelo digital de elevação SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) – fruto de uma missão da NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) com a NIMA (*National Imagery and Mapping Agency*), agências espaciais da Alemanha, a DLR (*Deutsche Zentrum für Luft-und Raumfahrt*) e da Itália, a ASI (*Agenzia Spaziale Italiana*). Seus arquivos MDE (Modelos Digitais de Elevação), gerados a partir de radar, estão gratuitos na Web com resolução  $90 \times 90\text{m}$  (Barros *et al.*, 2005; Santos, 2005) e de  $30 \times 30\text{m}$  reamostrados por Valeriano (2004), no projeto TOPODATA (Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil) do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). Foram feitos *downloads* de duas imagens dos dados MDE SRTM que abrangem o município de Londrina, referentes aos códigos 23-51 ZN e 23-525 ZN.

Foi usado o programa ArcGis 9.3 (ESRI, 2009) para a elaboração do banco de dados no *geodatabase do ArcCatalog* no ArcGis em formato *dbase* e processamento das informações.

O banco de dados foi configurado no sistema de projeção UTM Datum SIRGAS 2000 fuso 23 sul, com todos os dados inseridos, foi realizado o mosaico das suas imagens MDE, para obter uma imagem inteira do município de Londrina, para isso foi usado o algoritmo da plataforma de ferramentas *Arctoolbox do ArcGis, Mosaic*. Após o mosaico foi usado o algoritmo de *Extract Mask* para recortar o MDE da área exata do município. Com o MDE da área do município foi gerado por meio do *3D Analyst, usando o algoritmo SLOPE*, a declividade em porcentagem e feito a distribuição em intervalos de 5 classes conforme propõe o método.

A próxima operação foi a conversão dos dados de solos e uso e cobertura da terra em *shape file* para formato *raster*, essa etapa foi feita no modo de conversão do ArcGis.

Utilizando algoritmo *Reclass*, é distribuído os valores na tabela de atributos de fragilidade potencial que vai de 1 a 5 para cada um dos dados. Com os valores de fragilidade distribuídos foi aplicado o algoritmo *Weighted Overlay*, neste é estabelecido qual o grau de influência dos dados na análise, ou seja, se alguns dos três dados usados têm maior influência na fragilidade ambiental. Neste caso foi usado o grau de influência igual para os três, sendo que essa influência é distribuída no intervalo de 0 a 100.

## 5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

A carta de fragilidade ambiental gerada (Figura 4) aponta que as classes predominantes dentro do atual perímetro urbano de Londrina são “fraca” e “média” com algumas localidades denominadas “forte” na porção norte, mas principalmente nas regiões sudeste e sudoeste do município onde a franca expansão urbana está atualmente direcionada. O Quadro 5 demonstra, em hectares e percentuais as classes de fragilidade segundo a metodologia adotada.

**Quadro 5** – Percentual e área, em hectares, das classes de fragilidade em Londrina-PR.

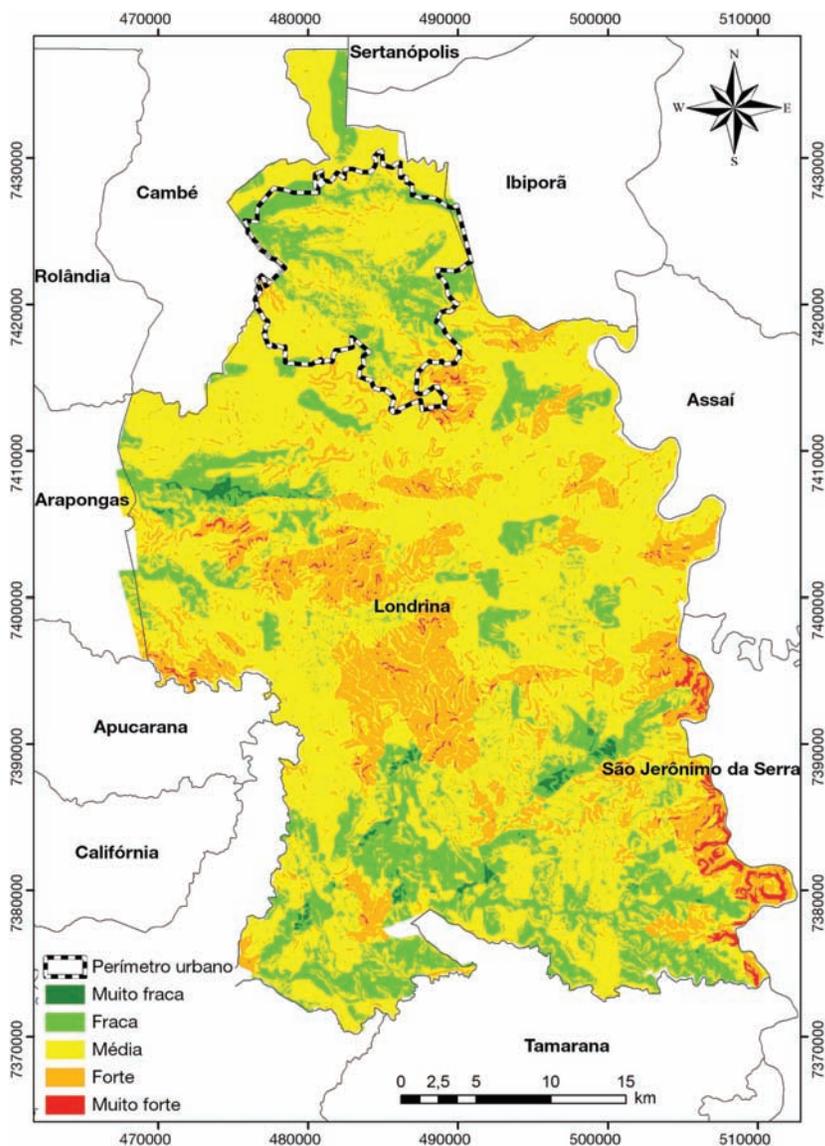
Classes de fragilidade	Área (em Hectares)	%
Muito Fraca	2.858	42
Fraca	1.889	28
Média	1.981	29
Forte	95	1
Muito Forte	3	0
<b>TOTAL</b>	<b>6.826</b>	<b>100</b>

Fonte: Autores (2012)

A região nordeste, concentradora de grandes vazios urbanos (Figura 5), possui classe de fragilidade “fraca” e está apta para ocupação devendo ser prioritária para novos loteamentos, considerando que já está inserida dentro do perímetro urbano e limítrofe ao município de Cambé. Outra região concentradora dos vazios e hábil para urbanização é a localizada na porção leste, nas proximidades do aeroporto, próxima aos municípios de Ibiporã e Assaí.

Nas redondezas da porção oeste/nordeste os vazios localizados nos interstícios das áreas aptas a urbanização, que deveriam ser prioritários para a ocupação, caracteriza uma área de pouca especulação imobiliária com valor do metro quadrado variando entre R\$ 0,72 a R\$ 60,90 conforme observa-se em Polidoro (2010).

Por outro lado, os vazios urbanos e as áreas aptas para a ocupação, situados a sul do centro consolidado em direção ao *Shopping Center* e ao cobijado Lago Igapó, concentra um dos metros quadrados mais caros da cidade com valores que chegam a R\$ 1.500,00 o metro quadrado, insti-



**Fig. 4** – Carta de fragilidade ambiental de Londrina e municípios limítrofes.  
**Organização:** Gustavo Ferreira de Souza e Maurício Polidoro.

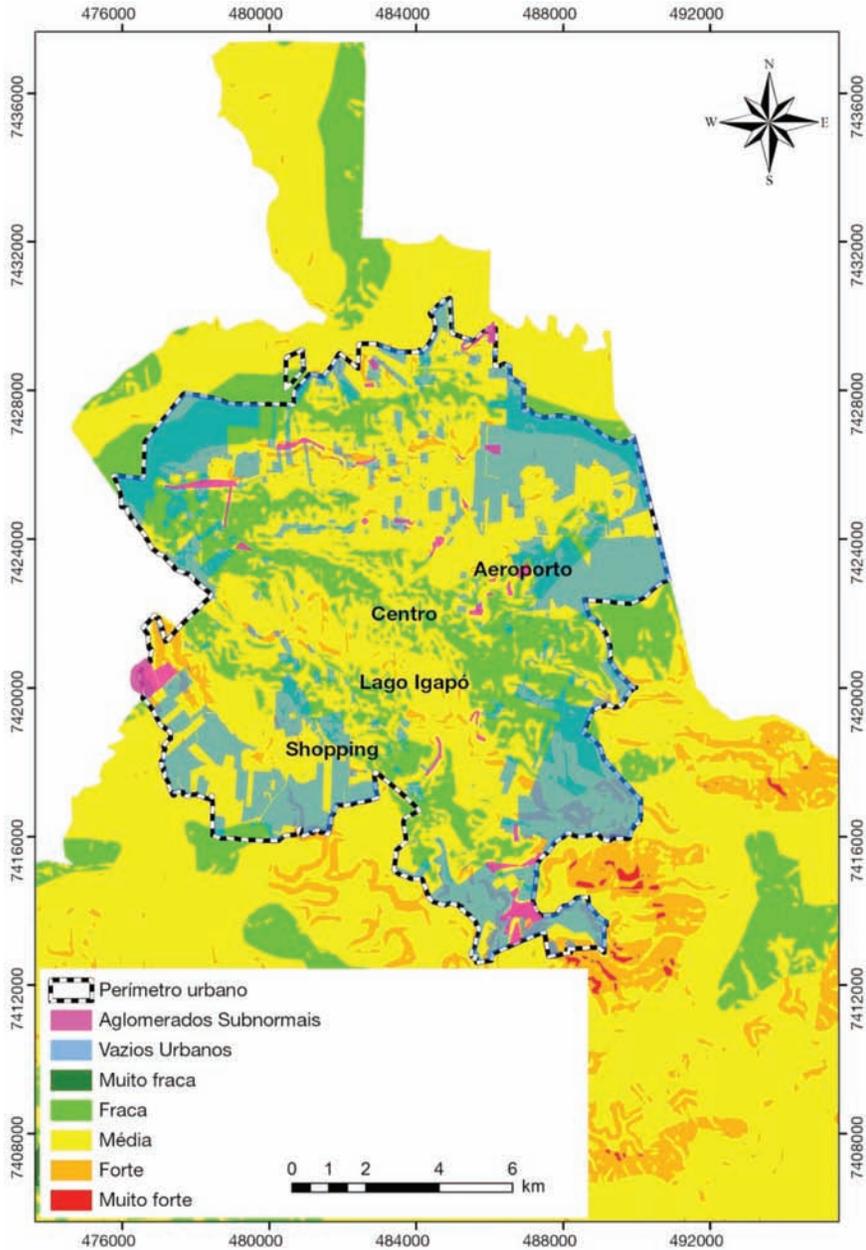
tuindo um cenário de grande dificuldade de atuação do Poder Público, considerando a grande influência dos agentes imobiliários.

Um outro fator preocupante, além da problemática da especulação imobiliária em áreas inaptas para a ocupação, é a localização dos aglomerados subnormais. De acordo com dados da COHAB de Londrina, pode-se observar na Figura 5 que essas ocupações quase que na sua totalidade estão situadas em áreas de “forte” a “muito forte” representando grandes riscos de deslizamentos de terra e inaptidão para a regularização fundiária devido as condições geoambientais.

Em especial aquelas localizadas na região sudeste os riscos são maiores, conforme observa Takeda *et al.* (2009):

“O declive dos terrenos mais acentuados, a falta de pavimentação com os devidos escoamentos pluviais em algumas destas ocupações, aliado a proximidade de corpos hídricos podem tornar estas áreas suscetíveis a alagamento e deslizamentos, e ainda com focos de proliferação de insetos, tornando a população local vulnerável a doenças relacionadas à saúde pública”.

Este cenário reflete a negligência da Prefeitura Municipal quanto ao ordenamento das ocupações no meio urbano tanto para aquelas de menor renda, principais vítimas das catástrofes ambien-



**Fig. 5** – Carta de fragilidade ambiental da área urbana de Londrina, vazios urbanos e aglomerados subnormais. Organização: Gustavo Ferreira de Souza e Maurício Polidoro.

tais e riscos a saúde pública, como aquelas de renda alta que tem se desenvolvido na porção sul do município, apesar dos limitantes apontados.

O caso das ocupações de risco na porção sudoeste se intensifica quando observa-se na Figura 2 que a densidade demográfica é uma das maiores da cidade junto com o centro consolidado com números de 111 a 237 hab/ha.

O salto de desenvolvimento da densidade demográfica em relação ao centro também é observado em áreas de fragilidade “forte” na região norte com valores de 149 a 200 hab/ha e o valor vai aumentado no extremo noroeste para 238 – 247 hab/ha.

## 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A expansão urbana de Londrina continua a acelerar a degradação ambiental do seu entorno, já fragilizada pelo uso do solo por parte do agronegócio. Neste sentido, as novas áreas são caracterizadas por uma dicotomia, onde, de um lado, a frente imobiliária traça as diretrizes de ocupação, sem considerar as limitações ambientais, e por outro, indústrias e loteamentos de classes com menores rendimentos avançam nas áreas destinadas a agricultura e na diluição física com os municípios vizinhos, delineando um complexo urbano nebuloso.

Essa “nebulosidade” identificada pelo complexo metropolitano entre os municípios de Londrina – Ibiporã e Cambé traz inúmeros dilemas na gestão ambiental e urbana das áreas, considerando a incongruência entre os instrumentos de planejamento.

Dentro do município de Londrina, as novas ocupações seguem uma tendência inescrupulosa, onde os vazios urbanos, dotados de infraestrutura, são fonte de rendimento por parte dos especuladores enquanto as ocupações irregulares, localizadas em regiões inapropriadas, são vítimas da abstenção da habitabilidade mínima.

O atual cenário, não exclusivo da área apresentada, merece atenção especial sob a égide ambiental urbana considerando a franca expansão das cidades e dos novos investimentos em eixos de escoamento, que incitam o surgimento de novas indústrias e loteamentos residenciais e comerciais.

A utilização de cartas de fragilidade ambiental é nesse processo um importante instrumento para o planejamento de áreas urbanas, tendo com principal objetivo *a priori* identificar áreas onde a ocupação pode gerar ônus ao meio natural e *a posteriori* na minimização dos impactos da ação antrópica sobre o meio natural, evitando processos erosivos intensos e assoreamento de cursos d'água.

Essas transformações no meio natural agem em cadeia com outros atributos físicos (clima, relevo, geologia), resultando em catástrofes urbanas, como: voçorocamento, enchentes e deslizamentos.

As cartas de fragilidade nas áreas urbanas são fundamentais para nortear a ocupação, indicando locais mais susceptíveis a catástrofes urbanas. Com a maior escala da carta de fragilidade, aumenta o detalhamento, e permite a avaliação com maior precisão de áreas específicas.

## 7 – AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelas bolsas cedidas e a Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) por apoio ao projeto n. 2009/11086-8 – “Impactos Ambientais Urbanos em Áreas de Expansão: Desafios ao Planejamento Metropolitano”.

## 8 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barros, R. S.; Cruz, C. B. M.; Reis, R. B.; Costa Jr, A. (2005). *Avaliação do Modelo Digital de Elevação do SRTM na ortoretificação de Imagens LANDSAT 7*. Anais do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. 7p. São José dos Campos, INPE.
- Crepani, E.; Medeiros, J. S.; Hernandez Filho, P.; Florenzano, T. G.; Duarte, V.; Barbosa, C. C. F. (2001). *Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao ordenamento territorial*. (INPE-8454-RPQ/722). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.
- Environmental Systems Research Institute - ESRI (2009). *ArcGIS 9.3*. Inc. New York. CD ROM.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2009). *Estimativas da população para primeiro de julho de 2009*. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2009/POP2009\\_DOU.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2009/POP2009_DOU.pdf)>.
- Instituto de Terras, Cartografia e Geociências do Paraná - ITCG (2009). *Bases cartográficas*. Disponível em: <<http://www.itcg.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=57>>
- Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Londrina - IPPUL (2008). *Bases cartográficas*. Londrina, Prefeitura Municipal. CD ROM.
- Morris, D. E. (2006). *It's a sprawl world after all: the human coast of unplanned growth – and visions of a better future*. Gabriola: BC. New Society Publishers.
- Plano Municipal de Saneamento Básico de Londrina - PMSB (2010). *Diagnóstico da situação do saneamento*. Disponível em: <[www1.londrina.pr.gov.br](http://www1.londrina.pr.gov.br)>
- Polidoro, M. (2010). *Sprawling urbano em Londrina: Desafio ao Planejamento Urbano*. Monografia de Pós-Graduação em Análise Ambiental. 64p. Londrina, UEL.
- Ross, J. L. S. (1990). *Geomorfologia: ambiente e planejamento*. São Paulo: Contexto.
- Ross, J. L. S. (1994). *Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados*. Revista do Departamento de Geografia nº8, FFLCH-USP, São Paulo.
- Ross, J. L. S. (2001). *Geomorfologia e Geografia Aplicadas à Gestão Territorial: Teoria e Metodologia para o Planejamento Ambiental*. Tese de Livre Docência Apresentada à FFLCH-USP, São Paulo SP.
- Santos, P. R. (2005). *Avaliação da precisão vertical dos modelos SRTM em diferentes escalas: um estudo de caso na Amazônia*. Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto. 116. São José dos Campos, INPE.
- Spörl, C. (2001). *Análise da Fragilidade Ambiental Relevo-Solo com Aplicação de três Modelos Alternativos nas Altas Bacias do Rio Jaguari-mirim, Ribeirão do Quartel e Ribeirão da Prata*. Dissertação (Mestrado) FFLCH - Departamento de Geografia, USP - Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Spörl, C.; Ross, J. L. S. (2004). *Análise comparativa da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos*. GEOUSP - Espaço e Tempo. São Paulo. Número 14, p. 39-49.
- Takeda, M. M. G.; Polidoro, M.; Barros, M. V. F. (2009). *Sistema de Informações Geográficas no diagnóstico das ocupações irregulares em Londrina – PR*. Anais do IV SIMPGEO – Simpósio Paranaense de Pesquisa e Pós-Graduação em Geografia. 12p. Francisco Beltrão, UNIOESTE.

Tricart, J. (1977). *Ecodinâmica*. FIBGE. 91p. Rio de Janeiro, RJ.

Valeriano, M. M. (2004). *Modelo digital de elevação com dados SRTM disponíveis para a América do Sul*. Documentação e Programas Especiais (INPE 10550-RPQ/756). 72p. São José dos Campos, INPE.