

## RISCO A OCORRÊNCIA DE MOVIMENTOS DE MASSA E SEU POTENCIAL NA ANÁLISE DA QUALIDADE AMBIENTAL

**Marcelle Gualtieri Honório Pechincha**

Programa de Pós Graduação em Geografia – PP GEO/UFJF. Rua José Lourenço Kelmer, s/n - Campus Universitário. Bairro São Pedro - CEP: 36036-900 - Juiz de Fora – MG. Email: [mgualtieri@limao.com.br](mailto:mgualtieri@limao.com.br)

**Ricardo T. Zaidan**

Departamento de Geociências - ICH – UFJF. Rua José Lourenço Kelmer, s/n - Campus Universitário. Bairro São Pedro - CEP: 36036-900 - Juiz de Fora – MG. Email: [ricardo.zaidan@uffj.edu.br](mailto:ricardo.zaidan@uffj.edu.br)

### Resumo

Atualmente em áreas urbanas podem ser visualizados inúmeros eventos catastróficos, nos quais imprimem uma má qualidade de vida para a sociedade. Considera-se que os problemas ambientais foram atribuídos por uma conjuntura histórica que perpassa a insustentabilidade das cidades. Assim, pesquisar sobre a qualidade ambiental de uma área tem sua significativa importância, pois se pode identificar elementos e análises que são utilizados nas políticas urbanas e ambientais locais. A representação do risco a movimentos de massa daria suporte para a análise da qualidade ambiental, que levaria em consideração a relação dos elementos urbanos e dos eventos naturais, que oscila a qualidade de vida da sociedade.

**Palavras-chave:** Qualidade do ambiente, Indicadores ambientais, riscos.

### Abstract

Nowadays in urban areas can be viewed many catastrophic events, in which print a poor life quality for society. It is considered that environmental problems were assigned by a historical crisis that permeates the unsustainability of cities. Thus, looks for on the environmental quality of an area has a significant importance because it can identify elements and analyzes that are used in urban and local environmental politics. The representation of risk mass movements would provide support for the analysis of environmental quality, which would take into account the relationship of urban elements and natural events, in which oscillates the life quality of society.

**Keywords:** Environment Quality, Environmental indicators, risks.

### Introdução

Atualmente, a questão ambiental urbana está em pauta devido ao grande adensamento populacional em áreas urbanizadas. Nestas áreas podem ser visualizados inúmeros problemas como eventos catastróficos, poluição dos recursos naturais, assim como a má qualidade de vida da sociedade, nos quais servem de alarme para os grandes ambientes urbanizados no mundo.

Considera-se que a perspectiva da questão ambiental seria levada por uma conjuntura histórica que perpassa a insustentabilidade das cidades, adquirindo estas uma baixa qualidade ambiental e de vida, conforme pode ser aumentada a densidade populacional em pequenas áreas (GROSTEIN, 2001).

Devido à concentração da sociedade cada vez maior em pequenos locais, identifica-se que socieda-

des residentes em expressivas cidades estão sujeitas a maior vulnerabilidade em relação à disponibilidade dos recursos naturais e sua subordinação aos eventos de caráter físico. Esta insustentabilidade das áreas urbanas instigou a busca por melhorias ao longo das últimas décadas, com a prioridade em se estabelecer um padrão, onde a sociedade de maneira geral pudesse usufruir dos recursos de forma equilibrada. Considerou-se que uma sociedade que pudesse viver em plena harmonia, com altos índices de qualidade de vida, tinha que usufruir, além de um equilíbrio social, também de um ambiente de alta qualidade, no qual não trouxesse problemas de escassez de recursos, nem de altos riscos.

No âmbito internacional padronizou-se uma série de indicadores nos quais pudessem ser estudados para fins de caracterização e avaliação de ambientes urbanos, e posteriormente para que pudessem surgir respostas de cunho governamental a estes problemas apontados (OECD, 1994). No Brasil, a análise da qualidade ambiental em áreas urbanas se tornou uma forte ferramenta para a gestão destes ambientes, onde a qualidade é garantida por leis, tornando-se um instrumento das políticas públicas (BRASIL, 1979; 1981; 1988; 2012).

Devido à própria singularidade que cada área ou localidade tem, a análise da qualidade ambiental se torna particular, pois os parâmetros dos quais se utilizam para a análise da qualidade ambiental é flexível e se molda de acordo com a especificidade de cada área.

Uma análise integrada da qualidade ambiental em áreas onde há riscos a movimentos de massa mostra-se como uma forma de compreender a realidade ambiental de localidades que necessitam, além da caracterização da instabilidade do terreno, uma preocupação com as condições das formas de uso e ocupação da terra, nos quais diversas cidades vêm adquirindo ao longo dos anos.

Desta forma, objetiva-se com este trabalho caracterizar a importância de se ter a representação dos movimentos de massa nas análises da qualidade do ambiente urbano, principalmente, os que estão inseridos em áreas com alta declividade, sujeitas a eventos desta forma.

### **Qualidade ambiental: problemática, conceitos, interesses e viabilidades**

A procura pelos estudos pautados na qualidade ambiental nas cidades vem ligada à preocupação que se tem com ambiente urbano, em se tratando tanto dos riscos ambientais como da falta da infraestrutura

de certos espaços.

Com estes problemas, as reflexões sobre a sociedade e o meio ambiente, a partir de uma visão ambientalista, tomou-se um discurso ecológico, projetando-se através de diversas perspectivas que atentariam ao padrão de vida urbano incompatível e ao processo de regeneração do meio ambiente, dando uma concepção de contrariedade ao padrão de equilíbrio deste meio. A qualidade ambiental viria neste processo e colaboraria com os estudos que subsidiaria os fenômenos ambientais e, conseqüentemente, a qualidade de vida da população.

A qualidade ambiental, de certa forma, identificaria áreas com bom ou mau planejamento, de acordo com os aspectos positivos ou negativos que a paisagem representaria. Segundo Minaki (2009, p. 35) a baixa qualidade ambiental “muitas vezes não é percebida pela população, que reage positivamente às mudanças paisagísticas de acordo com a modernização do espaço físico”. A qualidade ambiental seria um elemento que caracterizaria o bem-estar coletivo e o equilíbrio do ambiente.

O equilíbrio do ambiente seria um fator a ser considerado em áreas urbanas, pois a perda de controle entre as relações sociedade/meio ambiente seria uma característica de cidades, principalmente as de médio porte e os grandes centros metropolitanos (GUIMARÃES, 2004). Assim, o desequilíbrio ambiental em cidades identificaria a necessidade de melhorias entre a relação sociedade/ambiente, pois em um ambiente urbano há um desequilíbrio ao enxergar os problemas de cunho climático, hidrológico e geomorfológico (WHITFORD et al, 2001).

Atualmente, não há uma definição concreta do que seria a qualidade ambiental, pois há vários vieses que substanciam os estudos, tanto quantitativamente, como qualitativamente. Tal falta de definição seria um problema ao se tratar da qualidade ambiental, porém significativas visões são condicionadas pela formação do pesquisador.

A temática “qualidade ambiental” traz dois enfoques metodológicos, sendo um objetivo – através da caracterização da paisagem por variáveis ambientais, que seriam representações operacionais de um atributo físico – e um subjetivo – onde seriam considerados fatores sociais, através da participação popular. Este amplo limite em se operacionalizar os estudos sobre qualidade ambiental parte da falta, ou inexistência concreta de uma sistematização.

Ao se tratar de conceituar a qualidade ambiental, alguns órgãos internacionais e autores podem ser apontados. Em uma perspectiva internacional, através

do *Glossary of Environment Statistics*, que teve como objetivo ser uma ferramenta para referência na definição de termos voltados ao meio ambiente, conceitua-se que a qualidade ambiental seria o estado das condições ambientais nos meios, expressas em termos de indicadores ou índices relacionados a normas de qualidade ambiental. (UNITED NATIONS, 1997).

A OECD, *The Organisation for Economic Co-operation and Development*, encarregou-se de ditar, de forma global, os principais indicadores ou variáveis que possam correlacionar com o diagnóstico da qualidade ambiental e da sustentabilidade (OECD, 1994).

Há autores que conceituam o termo qualidade ambiental como: conceito que remete muito às questões voltadas à poluição atmosférica e à poluição sonora (HOGAN, 1995); como resultante da interação entre sociedade e natureza, o que inclui questões sociais, religiosas, econômicas e políticas, sempre em mudança, e fatores naturais, como o clima, o relevo e os solos (ALVA, 1997); inserida em um contexto teórico-metodológico que ainda está por se construir, pois abarca a problemática ambiental, induzindo um estudo integrado da sociedade e da natureza (CORDEIRO et al, 2006); mostra-se como um instrumento que tem como base geral os estudos realizados em ecologia e planejamento da paisagem, onde há a possibilidade de se verificar o limite dos ambientes encontrados e a possível regulamentação do uso da terra (NUCCI, 2008); parte do processo de avaliação da qualidade de vida, onde qualidade de vida seria o somatório da qualidade ambiental, do nível sócio-econômico e da educação (MORATO et al, 2012); condições ideais que regem o comportamento do espaço de vida em termos de conforto associado ao ecológico, biológico, econômico, sócio-cultural, tipológico, tecnológico e estético em suas dimensões espaciais (LUENGO, 2013).

O problema na conceituação sobre esta temática seria que ela se enquadraria em uma específica linha epistemológica, o que prejudicaria a mobilidade teórico-metodológica de uma pesquisa que tende relacionar diversas concepções teóricas, tanto no campo objetivo, quanto no campo da percepção. Sendo assim, a qualidade ambiental seria delimitada a partir da base teórico-metodológica do pesquisador (TONETTI, 2010).

Assim, a qualidade do ambiente seria o “produto de extensão da interação dessas variáveis para a formação de um habitat saudável, confortável e capaz de atender aos requisitos básicos de sustentabilidade da vida humana individual e interação social no urbano” (LUENGO, 2013, p. 01).

Partindo da conceituação exposta por Nucci (2008) a qualidade ambiental estaria intimamente ligada

à qualidade de vida através da relação de equilíbrio entre o meio ambiente e as atividades que envolvem a vida do ser humano e o fator social seria evidenciado de forma secundária, mas não excludente do trabalho e do processo de avaliação.

A partir do enfoque objetivo, o presente trabalho considera que a qualidade ambiental viria como uma forma sistêmica, de síntese da representação das unidades paisagísticas e sua relação com eventos e processos naturais, e que serviria de apoio ao planejamento da paisagem. Ao se tratar do planejamento da paisagem o pesquisador tende a construir o todo paisagístico através da intrínseca relação dos fatores ambientais, dando ênfase ao desequilíbrio do sistema urbano.

A representação das unidades paisagísticas, dos eventos e processos naturais se concretizaria com a escolha de indicadores ambientais pertinentes à área de estudo.

### **Indicadores para a qualidade ambiental**

A qualidade ambiental de um determinado local pode ser diagnosticada através de indicadores que representam abstratamente as características da realidade paisagística. A definição da palavra indicador é confusa e parte de diferentes formas de concepção, como sistematizado por Gallopin (1997) em seu trabalho, através de definições provenientes de diversos pesquisadores, sendo por vezes: uma variável; um parâmetro; uma medida estatística; um padrão de medida; um valor; um instrumento de medida; uma proporção de valores; um índice; um sub-índice de um índice; um valor quantitativo singular derivado de uma variável que reflete algum atributo; ou um modelo empírico da realidade.

Quando se considera um indicador como uma “variável”, parte-se da representação de um atributo, repassando a informação da condição que tal atributo se encontra, através de uma mensuração específica ou de um processo de observação. Tais representações podem ser identificadas com real significado ao estudo proposto e, desta forma, estas variáveis podem ser designadas como valores de referências para determinadas análises.

Para o presente trabalho entende-se o termo “indicador” como uma variável. Por atributo ambiental, considera-se a qualidade real dada a uma área na qual a caracteriza e a singulariza perante outras áreas. Este atributo ao ser operacionalizado, através da sua representação, torna-se uma variável, sendo a variável definida como um apontamento, uma estimativa, que

coloca de forma mais perceptível uma tendência ou um fenômeno que não seja imediatamente detectável, ou seja, a medida do comportamento de um sistema em termos de atributos expressivos. Desta forma, para que se possa indicar um fenômeno, parte-se da representação da realidade dada pela sua forma operacional, a variável (ou indicador).

Os indicadores, de maneira geral, teriam como funções: avaliar condições e tendências, comparar lugares e situações, avaliar tendências em relação a determinados objetivos e metas, providenciar informações de alerta, ou antecipar futuras condições de um local (GALLOPIN, *op. cit.*). Como exemplos de indicadores têm-se os indicadores sociais, os econômicos e os ambientais.

Os indicadores ambientais, base dos estudos sobre qualidade ambiental, surgiram no Canadá e em alguns países da Europa (CAPPELLI, 2007). Estes indicadores teriam como característica a possibilidade de representar componentes de um sistema, sem a intenção inicial de inter-relacioná-los.

Para que tais indicadores possam ser expressivos, suas representações devem ser importantes para a tomada de decisão pública. Os indicadores ambientais se mostram de significativa relevância, principalmente ao detectar a emergência dada pela degradação do ambiente, através da falta de coesão das atividades humanas sobre a natureza, principalmente em áreas urbanizadas. Alguns exemplos de indicadores ambientais seriam (JAKOBSEN, 2008):

i) Indicadores de estado do ambiente: o foco seria a coleta de informações, através de pesquisas científicas próprias do pesquisador que busca a caracterização do indicador, assim como informações coletadas por pesquisas de terceiros, que ao final pode subsidiar a caracterização do indicador. Podem ser utilizados em relatórios governamentais, fornecendo um retrato do que está acontecendo com o meio ambiente. No entanto, apenas descrevem a situação, não propondo melhorias.

ii) Indicadores de sustentabilidade: o foco seria o desenvolvimento sustentável, concentrando sua avaliação em uma série de questões que interferem na dinâmica entre homem e ambiente, sendo mais completa que a anterior.

iii) Indicadores de desempenho ambiental: o foco seria o monitoramento feito normalmente por empresas, governos e ONGs, que pesquisam se os objetivos e metas a serem alcançados estão sendo positivos. Neste caso, há a apresentação de relatórios de resultados que indicam propostas de melhorias.

As principais funções dos indicadores ou variáveis para uma pesquisa sobre qualidade ambiental vêm da possibilidade de avaliar e comparar condições e tendências entre áreas e situações distintas, além de prover informações de advertência e de antecipar futuras condições do ambiente. Os indicadores podem ser considerados como modelos da realidade, mas não podem ser considerados como a própria realidade, já que é concebido pela operacionalização de atributos e se retratam como uma representação. Assim, os indicadores devem ser “analiticamente legítimos e construídos dentro de uma metodologia coerente” (VAN BELLEN, 2006, p. 42).

Os indicadores que representam os atributos ambientais de determinada área podem ser definidos, de acordo com a demanda do recorte espacial escolhido. Alguns indicadores já foram sistematizados e propostos, porém não há um engessamento para novas propostas (NUCCI, 1998; 2008). A partir de então, buscou-se propor um indicador que pudesse ser utilizado em áreas de acentuada declividade, nos quais houvesse uma grande demanda ocupacional. Assim a inserção deste indicador nas análises de qualidade do ambiente urbano traria uma caracterização de risco, aliada a uma análise sistêmica, concebida pela integração das unidades paisagísticas.

### **Risco a ocorrência de movimentos de massa como indicador ambiental**

Os movimentos de massa podem acontecer por condições naturais, assim como induzidos através do mau uso da terra em cidades que apresentam morfologicamente declividades intensas e que tem como principal característica seu uso ou ocupação da terra divergente do estabelecido em normas ou leis. O que singulariza os movimentos de massa em ambientes urbanizados seria a sua caracterização como possibilidade a acidente, gerando danos e perdas sociais, econômicas e de vida.

A exposição da sociedade perante o risco a estes eventos seria um atributo que pode ser representado como um indicador que corresponda às áreas de baixo ou alto risco às ocorrências dos movimentos de massa e, assim, definir se a área tem alta ou baixa qualidade ambiental. Para tanto, mostra-se importante definir o que são os movimentos de massa e sua classificação.

Os movimentos de massa ocorrem quando a força da gravidade supera a coesão (resistência à deformação) dos materiais da encosta. Com esta superação podem ser deslocadas pequenas quantidades

de terra, rocha ou mistura de materiais, como também constituir imensos escorregamentos que descarregam toneladas de materiais. Tais movimentos de massa são fenômenos naturais contínuos de dinâmica externa, que modelam a paisagem da superfície terrestre. As classificações dos movimentos de massa são feitas a partir do tipo de material, a velocidade e o mecanismo do movimento, o modo de deformação, a geometria da massa movimentada e o conteúdo de água (FERNANDES e AMARAL, 2006).

No meio tropical brasileiro é de conhecimento generalizado a vinculação dos escorregamentos à estação de chuvas, associando-os a episódios de elevada precipitação, mesmo que de curta duração. Porém, existe um grande número de episódios de chuvas, de elevada magnitude, que não geram fenômenos de instabilização de encostas (GUIDICINI, 1983). Sendo assim, as causas dos movimentos de massa podem ser dadas, não somente pela quantidade de água contida nos materiais, mas também pela natureza dos materiais da encosta e pela declividade e instabilidade destas.

Os movimentos de massa podem ser classificados da seguinte forma: escoamentos - rastejos, corridas, avalanches - e escorregamentos - rotacionais e translacionais, de rocha ou terra - (GUIDICINI, *op. cit.*; IPT, 1991); movimento de massas rochosas e movimento de massas de terra (PRESS et al, 2006); quedas, escorregamentos, corridas, tombamentos e espraamentos (FERNANDES e AMARAL, *op. cit.*).

Atualmente, como forma de subsidiar os estudos pautados nos riscos inerentes aos movimentos de massa, têm-se modelos programados para suas execuções em sistemas de informações geográficas (SIGs), nos quais possibilitam a representação da previsão dos movimentos de massa. Estes modelos utilizam da classificação "escorregamentos" para efetivar a representação de futuros eventos. Os idealizadores destes modelos entendem que a topografia terrestre teria uma grande influência sobre a localização e a frequência deste tipo de movimentos de massa (DIETRICH e MONTGOMERY, 1998; PACK et al, 1998). Além disso, entende-se a grande importância em trabalhar com os escorregamentos em áreas urbanas, pois se identifica ao longo dos anos a crescente ocupação de áreas íngremes, o que aumentou a população que reside em áreas constituídas de risco.

## Métodos para previsão dos movimentos de massa

O principal ponto é tratar o risco a movimentos de massa como uma das variáveis que indicam a qualidade do ambiente. A situação dada pelo risco diminui efeti-

vamente as condições favoráveis à qualidade ambiental e de vida, tanto em áreas de ocupação em várzeas - que potencializam as ocorrências de inundações, como em áreas de ocupação de encosta - que potencializam as ocorrências a movimentos de massa.

Para que se tenha em mãos as áreas de risco a movimentos de massa, pode-se aferir a estabilidade das encostas através de análises espaciais que buscam representar a previsão dos movimentos de massa, com o auxílio dos softwares de Geoprocessamento, a partir de modelos matemáticos de base física. Esta forma de representar a superfície terrestre através da modelagem matemática teria como ramificação os modelos estatísticos e os determinísticos.

Os modelos estatísticos fazem do uso da teoria das probabilidades e de outras técnicas que se destinam a lidar com eventos de caráter aleatório. Já os modelos determinísticos reproduzem a realidade através das relações de causa-efeito, diminuindo o grau de subjetividade.

Como exemplo, cita-se Montgomery e Dietrich (1994; 1998), nos quais desenvolveram um modelo em ambiente SIG para a determinação de instabilidade de encostas em solos rasos. O SHALSTAB - *Shallow Landsliding Stability Model*, é um modelo determinístico baseado na combinação do modelo de estabilidade de encosta (MORGENSTERN & SANGREY, 1978) e no modelo hidrológico de estado uniforme (O'LOUGHLIN, 1986). Esta combinação se dá pela equação (01).

$$\frac{q}{t} = \frac{b}{a} \times \sin \theta \times \left( \frac{\rho_s}{\rho_w} \times \left( 1 - \frac{\tan \theta}{\tan \phi} + \frac{c}{\cos^2 \theta \times \tan \phi \times \rho_w \times g \times z} \right) \right) \quad \text{Eq. (01)}$$

Onde:

c = Coesão do solo;

$\phi$  = Ângulo de atrito interno do solo,

$\rho_s$  = Densidade do solo úmido,

$\theta$  = Declividade da encosta,

$\rho_w$  = Densidade da água,

q = Taxa de recarga uniforme,

a = Área de contribuição,

b = Comprimento de contorno.

A partir de dados coletados em campo, podem-se construir comparações entre a realidade e o que foi gerado pelo modelo, garantindo melhor eficácia e garantia aos resultados finais.

Há também, a partir de Pack et al (*op. cit*), o modelo SINMAP - *Stability Index Mapping*, que é um modelo estatístico baseado na combinação do modelo de estabilidade de encosta, já citado, e no modelo hidrológico de estado uniforme, já citado, através da equação (02).

$$SI = FS = \frac{c_a + \cos \theta \left| 1 - \min \left( \frac{q \times a}{T \times b \times \sin \theta}, 1 \right) \times r \right| \tan \phi}{\sin \theta}$$

Eq. (02)

Onde:

$c_a$  = forma adimensional da coesão;

$r$  é a relação entre a densidade da água e a densidade do solo úmido ( $\rho_w$  = Densidade da água;  $\rho_s$  = Densidade do solo úmido);

$\phi$  = Ângulo de atrito interno do solo;

$\theta$  = Declividade da encosta;

$q$  = Taxa de recarga uniforme;

$a$  = Área de contribuição;

$b$  = Comprimento de contorno.

Os modelos SHALSTAB e SINMAP são modelos matemáticos físicos de previsão da susceptibilidade e probabilidade a ocorrência de movimentos de massa, respectivamente, para predição de escorregamentos translacionais rasos, porém há algumas diferenças, a saber.

O SINMAP é classificado como um modelo estatístico, pois trabalha com a probabilidade a ocorrência de escorregamentos, tendo apenas a estabilidade incondicional como certeza. Sua classificação se dá pela variação espacial da declividade e da área de contribuição. Já os parâmetros ligados ao solo e a precipitação possuem incertezas associadas. Devido a essas incertezas, o SINMAP trabalha com limites máximos e mínimos para esses parâmetros. Os resultados são relacionados ao índice de estabilidade ( $SI$ ) que pode ser incondicionalmente estável, ou ter a probabilidade de escorregamentos.

Já o SHALSTAB é classificado como um modelo determinístico, pois trabalha com duas condições extremas definidas, que é a instabilidade incondicional e a estabilidade incondicional. As variações entre estes dois resultados são relacionadas a partir da razão entre a recarga de água na encosta ( $q$ ) e a transmissividade do solo ( $T$ ).

O importante seria entender que, ambos os resultados gerados pelos modelos de previsão, com o devido conhecimento do uso, ocupação e cobertura da terra, geraria um zoneamento de risco, que seria um produto utilizado como indicador para posterior análise integrada da qualidade ambiental em ambientes urbanos.

## Considerações Finais

A qualidade ambiental, síntese da representação de atributos paisagísticos, buscaria a compreensão da paisagem, na qual pode se relacionar a capacidade de carga da mesma perante as pressões exercidas pela sociedade. A busca de uma análise integrada caracterizaria os pontos prejudiciais da relação homem-meio.

Para que se possa caracterizar e analisar a qualidade de determinado ambiente, parte-se da escolha prévia de indicadores que possam representar de forma clara a relação entre a sociedade, através das formas de uso e ocupação da terra, e os aspectos físicos, através das previsões de ocorrências de eventos nos quais podem influenciar diretamente a forma de vida desta sociedade. Desta forma, torna-se necessário a caracterização da área a ser pesquisada.

A classificação dos riscos a movimentos de massa de uma área, que está sujeita a estes eventos naturais, mostra-se pertinente à finalidade para a qual se concebe um indicador. Busca-se uma caracterização deste atributo no ambiente no qual, através de sua interação com a população residente em áreas de risco, redireciona-se a uma vulnerabilidade social, que de certa forma, instiga a preocupação em representar este evento na análise da qualidade do ambiente.

Portanto, para áreas urbanas inseridas em uma padronização de uso e ocupação da terra em localidades com alto padrão de declividade, a inserção do indicador de risco a movimentos de massa na análise da qualidade ambiental é coerente para a classificação e análise da alta ou baixa qualidade do ambiente.

## Referências Bibliográficas

- ALVA, E. N. *Metrópoles (In)sustentáveis*. Rio de Janeiro, Relume Dumará, 1997.
- BRASIL, Lei 6766, de 19 de Dezembro de 1979. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências. In: *Diário Oficial da União de 20/12/1979*. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6766.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6766.htm). Acesso em 05 Set 2012.
- \_\_\_\_\_, Lei 6938 de 31 de Agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. In: *Diário Oficial da União de 02/09/1981*. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm). Acesso em 15 Jun 2013.
- \_\_\_\_\_, Constituição de 1988. Constituição da República Federativa do Brasil. In: *Diário Oficial da União de 05/10/1988*. Brasília. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em 02 Maio de 2013.

- \_\_\_\_\_, Lei 12651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a preservação da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. In: *Diário Oficial da União de 28/05/2012*. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm). Acesso em 15 jun 2012.
- CAPPELLI, S. *Indicadores de aplicação e cumprimento da norma ambiental para o ar, água e vegetação no Brasil*. Santiago, CEPAL/Nações Unidas, 2007.
- CORDEIRO, R. C. A.; MORAIS, L. R. S.; BORJA, P. C.; SANTANA, M. J. A. Qualidade Ambiental Urbana de Salvador: uma avaliação por meio de pesquisa de Opinião. In: *Revista VeraCidade – Ano I - nº 01 – Dezembro de 2006*.
- DIETRICH, W. E.; MONTGOMERY, D. R. *SHALSTAB: A Digital Terrain Model for Mapping Shallow Landslide Potential*. National Council for Air and Stream Improvement. February 1, 1998. p.26.
- FERNANDES, N. F.; AMARAL, C. P. Movimentos de Massa: uma abordagem geológico-geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. *Geomorfologia e Meio Ambiente*. 6ª Ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 2006.
- GALLOPIN, G. C. Indicators and Their Use: Information for Decision-making. In: MOLDAN, B.; BILLHARZ, S. *Sustainability Indicators: report of the project on indicators of sustainable development*. SCOPE 58, 1997.
- GROSTEIN, M. A. Metrópole e expansão urbana: a persistência de processos insustentáveis. In: *São Paulo em Perspectiva*, 15-01, São Paulo, 2001 (p. 13 – 20).
- GUIDICINI, G. *Estabilidade de taludes naturais e de escavação*. São Paulo, 2ª ed, Edgard Blucher, 1983.
- GUIMARÃES, M. F. *Contribuição Metodológica para a avaliação da qualidade ambiental urbana sob uma perspectiva cultural*. (dissertação) UFBA, 2004 (136p.).
- HOGAN, D. J. A qualidade ambiental urbana: oportunidades para um novo salto. In: *São Paulo em Perspectiva*, São Paulo, 1995. Disponível em: [http://www.seade.gov.br/produtos/spp/v09n03/v09n03\\_03.pdf](http://www.seade.gov.br/produtos/spp/v09n03/v09n03_03.pdf). Acesso em 10 Jun 2012.
- IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas. *Manual - Ocupação de Encostas*. São Paulo: IPT, 1991.
- JAKOBSEN, S. *Environmental indicators*. (2008) Disponível em: <http://www.eoearth.org/view/article/152625>. Acesso em 30 set 2013.
- LUENGO, G. *Elementos para la definición y evaluación de la calidad ambiental urbana: una propuesta teórico-metodológica*. Disponível em: [http://www.perfilciutat.net/fitxers/IVSL\\_A4.pdf](http://www.perfilciutat.net/fitxers/IVSL_A4.pdf). Acesso em 01 Abril 2013.
- MARTINELLI, P. *Qualidade Ambiental Urbana em cidades médias: proposta de modelo de avaliação para o estado de São Paulo*. (dissertação). Unesp, 2004 (141p.).
- MINAKI, C. *Qualidade ambiental urbana em Guararapes/SP*. Dissertação de Mestrado. Univesidade Estadual Paulista – Presidente Prudente, 2009 (164 p.).
- MONTGOMERY, D. R.; DIETRICH, W. E. Landscape dissection and drainage area-slope thresholds. In: KIRKBY, M.J. *Process Models and Theoretical Geomorphology*. Booknews. Reino Unido, 1994.
- MORATO, R. G.; KAWAKUBO, F. S.; MARTINES, M. R.; FERREIRA, R. V. e LUCHIARI, A. *Mapeamento da Qualidade de Vida Urbana no Município de Osasco/SP*. (Encontro) Belém 2012. Disponível em: <http://www.anppas.org.br/encontro6/index.php?p=gruposanais>. Acesso em 10 Jun 2013.
- MORGENSTERN, N. R. e SANGREY, D. A. Methods of Stability Analysis. In: SCHUSTER, R. L. e KRIZEK, R. J. (Ed.). *Landslides: Analysis and Controls*. Washington D.C., 1978. (p.155-171).
- NUCCI, J. C. *Metodologia para a determinação da qualidade ambiental urbana*. Revista do departamento de Geografia, número 12, 209 – 224, 1998.
- \_\_\_\_\_. *Qualidade ambiental e adensamento urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP)*. Curitiba: do autor, 2008.
- OECD. *Environmental indicators*. Paris: Organisation For Economic Co-Operation And Development, 1994. [www.oecd.org](http://www.oecd.org). Acesso em 10 Fev 2013.
- O'LOUGHLIN, E. M. Prediction of Surface Saturation Zones in Natural Catchments by Topographic Analysis. In: *Water Resources Research*, 1986 (p. 794-804).
- PACK R.T., TARBOTON D.G., GOODWIN C.N.. *Terrain stability mapping with SINMAP, technical description and users guide for version 2.00*. Report Number 4114-0, Terratech Consulting Ltd., Salmon Arm, Canada, 1998. (68 p.).
- PRESS, F.; SIEVER, R.; JORDAN, T.; GROTZINGER, J. *Para entender a Terra*. 4ª ed, Bookman, 2006.
- TONETTI, E. L. *Potencialidades de adensamento populacional por verticalização das edificações e qualidade ambiental urbana no município de Paranaguá, Paraná, Brasil*. (tese). Ciências da terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011. 235p.
- UNITED NATIONS, *Glossary of environment statistics*. Número 96. Nova York, 1997. Disponível em: [http://unstats.un.org/unsd/publication/SeriesF/SeriesF\\_67E.pdf](http://unstats.un.org/unsd/publication/SeriesF/SeriesF_67E.pdf). Acesso em: 02 Maio 2013.
- VAN BELLEN, H. M. *Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa*. 2a ed – Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.
- WHITFORD, V; ENNOR, A. R.; HANDLEY, J. F. City and natural process – indicators for the ecological performance of urban areas and their application to Mersey side, UK. *Elsevier: Landscape and urban planning*, número 5, 2001. (p. 91 – 103).