

## Índice de Qualidade Ambiental Urbano: uma proposta metodológica aplicada a áreas urbanas de ocupação irregular

Bárbara Maria Giacom Ribeiro<sup>1</sup>  
Carlos André Bulhões Mendes<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
<sup>1,2</sup> PROPUR – Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional  
Rua Sarmiento Leite, 320, 5º Andar – 90.050-170 – Porto Alegre, RS, Brasil

<sup>2</sup> IPH – Instituto de Pesquisas Hidráulicas  
Av. Bento Gonçalves, 9500 – 91.501-970 – Porto Alegre, RS, Brasil  
bgiacom@gmail.com ; mendes@iph.ufrgs.br

**Abstract.** The expansion of human settlement over the city boundaries entails depletion of infrastructure, impacts on urban dynamics, imposes mobility difficulties and triggers numerous environmental problems at multiples scales. The loss of space quantity and quality in the urban system reflects, therefore, the behavior of the whole society. Especially considering informal settlements and illegal urban occupation, besides the lack on amenities such as water supply, sewage service and waste collection, in these areas there is no control policy, either population awareness, regarding the maintenance of a healthy environment. Recent developments in geotechnologies provide resources to propose innovative strategies for urban and environmental management, include remote sensing data and computational resources for processing them. Studies and actions developed in urban watershed scale are more suitable to the boundaries to manage natural resources more holistically, equitably, efficiently and sustainably. The watershed enables an integrated approach, being the unit stage of the interaction of the physical, biotic, socioeconomic and cultural environments. This study aims to quantify an Urban Environmental Quality Index for the watershed of the Mãe d'Água stream (city of Viamão, Metropolitan Region of Porto Alegre, Rio Grande do Sul state, Brazil), which is as urban watershed mainly characterized by the informal settlement. The Analytic Hierarchy Process (AHP) is used to identify relationships between different parameters derived from satellite images and census data. The methodology produced consistent results proving the methodology efficiency on guiding the planning and implementation of interventions in short and long term, contributing to urban sustainability improvements.

**Palavras-chave:** índice de qualidade ambiental urbana, Analytic Hierarchy Process AHP, imagem de alta resolução espacial, sensoriamento remoto; urban environmental quality index, high resolution image, remote sensing.

### 1. Introdução

As ações de produção urbana estão atingindo limiares preocupantes nas maiores cidades brasileiras. Estes limiares evidenciam riscos para o próprio funcionamento das cidades. Como num efeito cascata, o excessivo adensamento de áreas intraurbanas induz, muitas vezes, a dispersão periférica. A expansão da ocupação humana sobre os limites das cidades acarreta o esgotamento da infraestrutura, impacta na sua dinâmica, impõe dificuldades de mobilidade, aumentando o grau de dependência de transporte. Este tipo de ocupação do território resulta, muitas vezes, em padrões de urbanização que prejudicam a equidade, eficiência e continuidade da cidade como suporte à vida social (RIBEIRO, 2014). Nos países periféricos, o crescimento urbano não acompanhou o crescimento econômico, favorecendo o surgimento de cidades com grandes deficiências em equipamentos, empregos e serviços e uma acentuada degradação ambiental. Os problemas ambientais das grandes cidades são consequências das formas predatórias das relações do homem com a natureza, tornando-se ainda mais graves em áreas mais densamente ocupadas, como nas regiões metropolitanas.

Na construção de cidades é introduzida uma grande quantidade de novos materiais e equipamentos que acompanham o seu crescimento populacional e suas atividades econômicas, articuladas com o espaço urbano. Entre as principais alterações introduzidas no espaço construído, as mais comuns são a retirada da cobertura vegetal, a construção de novas formas de relevo, o aumento da área edificada, o acréscimo de escoamento superficial, a rugosidade da superfície, o lançamento concentrado e acúmulo de partículas e gases na atmosfera e a produção de energia artificial, modificando elementos naturais, como o clima, o ar, a vegetação, o relevo e a água (FUJIMOTO, 2002).

### 1.1. Qualidade Ambiental Urbana

As alterações do ambiente natural e o adensamento das áreas construídas tem resultado no constante decréscimo das condições de conforto nas áreas urbanas, principalmente nas regiões periféricas dos grandes centros urbanos. No planejamento do ambiente urbano, faz-se necessário considerar fatores naturais, como relevo, clima, solo, vegetação e os cursos d'água, pois quando os espaços não são projetados para serem adequados a esses fatores, podem interferir na qualidade ambiental das cidades. Neste sentido, diversos esforços têm sido empreendidos com o intento de mensurar e mapear essas condições em um índice integrado de qualidade ambiental urbana, buscando torná-lo uma ferramenta efetiva de planejamento urbano (e.g., BASTOS; FONSECA, 2013; BRAGA ET AL., 2013; DOMINGOS, 2005; LIANG; WENG, 2011; LIMA, 2013; NICHOL; WONG, 2009).

A quantificação de um índice de qualidade ambiental urbana (IQUA) é uma tarefa complexa, uma vez que o IQUA é função de um grande número de parâmetros que atuam sinergicamente, variando e se combinando continuamente sobre a paisagem urbana em diversas escalas de análise (LIMA, 2013; NICHOL; WONG, 2005). A qualidade ambiental está relacionada ao nível de satisfação ambiental do usuário, envolvendo elementos naturais (meio físico e biológico) e antrópico (economia, cultura, relações sociais). Para diagnosticar a qualidade ambiental urbana com a intenção de propor melhorias, faz-se necessária a articulação entre conceitos e teorias nas diversas áreas do conhecimento científico, assim como a escolha de indicadores ambientais que melhor representem essa inter-relação (LIMA, 2013). Uma vez que não há um método consolidado para modelagem e predição das interações de todos os aspectos do IQUA, a literatura têm apresentado estudos que fazem uso de métodos estatísticos de análise de fatores para identificação das relações entre diferentes parâmetros derivados de imagens de satélite e bases de dados geográficas (e.g., BASTOS; FONSECA, 2013; LIMA, 2013; NICHOL; WONG, 2009).

A avaliação dos aspectos da IQUA constitui importante instrumento na definição das prioridades nos investimentos públicos, podendo ser utilizado anteriormente ao orçamento participativo, contemplando procedimentos mais eficazes para o reconhecimento das demandas da população (SOUTO ET AL., 1995). As informações necessárias ao planejamento urbano são usualmente extraídas dos censos demográficos e levantamentos municipais, os quais demoram a ser atualizados e possuem alto custo aquisitivo. Entretanto, com os avanços nas tecnologias espaciais o sensoriamento remoto orbital mostra-se cada vez mais apto para a análise e planejamento do meio urbano (OBADE; PAUL, 2007). O uso de informações atualizadas e detalhadas sobre o ambiente urbano é estratégico para seu planejamento e gestão, envolvendo questões relacionadas à expansão e ao adensamento urbano, às mudanças climáticas e à necessidade de proteção ambiental.

Avanços recentes na área das geotecnologias têm oferecido recursos inovadores para gestão urbana e ambiental, incluindo dados de sensoriamento remoto e recursos computacionais para seu processamento, possibilitando gerar produtos cartográficos de alta qualidade e ricas bases de dados, tais como: extensão espacial e localização das áreas urbanas; distribuição espacial dos diferentes tipos de uso e cobertura do solo; redes de transporte e infraestrutura relacionada; estatísticas associadas a censos; capacidade para acompanhar temporalmente as mudanças no uso e cobertura do solo, entre outros (RIBEIRO, 2009). Informações extraídas destes produtos oferecem amplas possibilidades de uso, como no planejamento de investimentos de médio e longo prazos, no monitoramento das crescentes demandas por infraestrutura e equipamentos sociais, no apoio à elaboração de políticas públicas, em conformidade com diretrizes ambientais e buscando proporcionar melhor qualidade de vida para sociedade (RIBEIRO, 2014).

Além dos avanços tecnológicos, a crescente disponibilização de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) de baixo custo e fácil operação, têm impulsionado as análises de distribuição espacial de fenômenos, o que constitui, na maioria das vezes, o cerne de várias questões de estudos do ambiente urbano. Dentre os recursos para o planejamento, está a análise espacial de dados geográficos, que tem como ênfase mensurar propriedades e relacionamentos, considerando explicitamente a localização do fenômeno (DRUCK ET AL., 2004).

O presente estudo apresenta a inferência de um índice de qualidade ambiental urbana (IQUA) para uma área de estudo caracterizada pelo loteamento irregular e/ou espontâneo e ocupações

ilegais: com características semelhantes a muitas localidades brasileiras, a bacia hidrográfica Mãe d'Água, na Região metropolitana de Porto Alegre (RS, Brasil), constitui uma área de ocupação antrópica já consolidada, que, entretanto, não se preocupou com as consequências das alterações no meio natural. Para construção do IQAU, são utilizados dados da cobertura vegetal, dados de infraestrutura básica e dados demográficos. A hipótese é de que seja possível avaliar a qualidade ambiental em áreas urbanas e verificar o grau de comprometimento ambiental dessas áreas, por meio da quantificação de indicadores ambientais, com o uso de técnicas de análise espacial.

### 3. Metodologia

Os passos metodológicos realizados estão resumidos no diagrama de blocos da Figura 1.

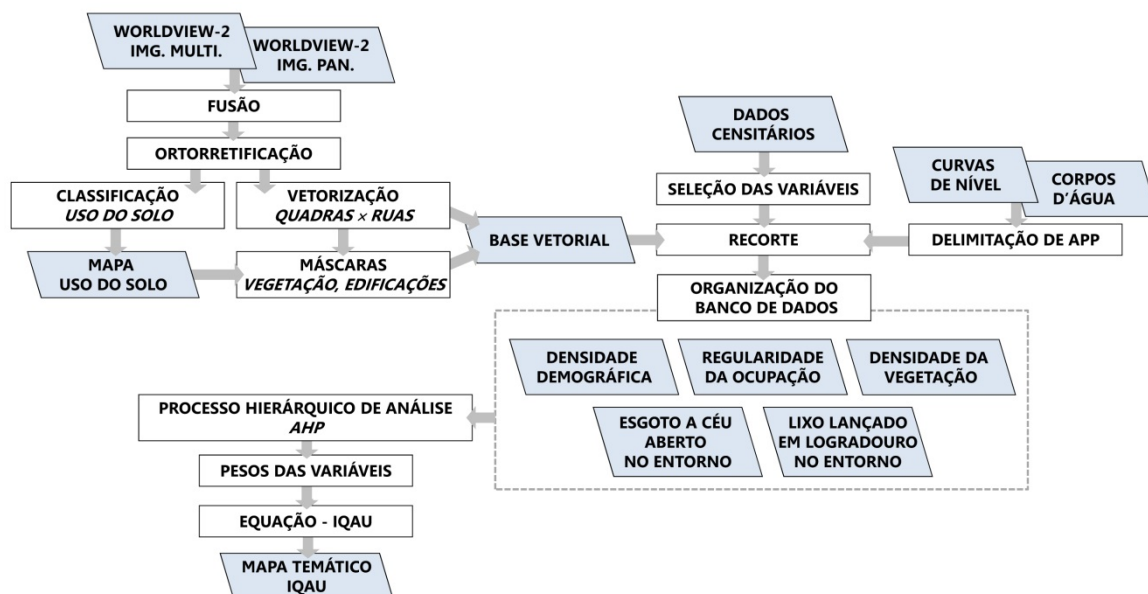


Figura 1. Diagrama de blocos das etapas de desenvolvimento metodológico para mapeamento do Índice de Qualidade Ambiental Urbana (IQAU).

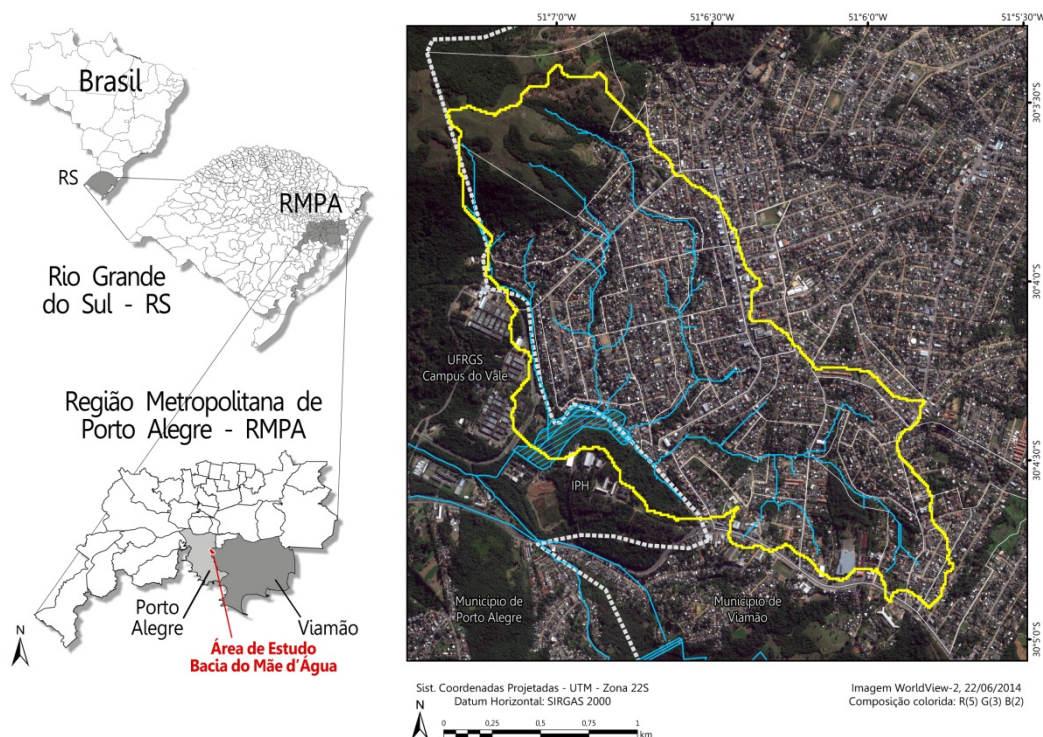


Figura 2. Localização da área de estudo – Bacia do Arroio Mãe d'Água.

### 3.1. Área de Estudo

Localizada na divisa dos municípios de Porto Alegre e Viamão, a Bacia Hidrográfica do Arroio Mãe d'Água possui uma área de 338 hectares (Figura 2). Trata-se de uma bacia urbana, cujas origens remontam dos fins da década de 1950, quando ocorreu o primeiro loteamento dessas terras. A intervenção de maior amplitude nesta área refere-se, contudo, à construção da barragem Mãe d'Água, inaugurada em 1963, alterando a rede de drenagem original e modificando seu regime hídrico. Posteriormente, o aumento populacional por meio do intenso processo migratório para a Região Metropolitana de Porto Alegre, nas décadas de 1970 e 1980, provocou uma aceleração no processo de urbanização em toda a grande Porto Alegre, bem como na área de estudo (LOSS; KNIJNIK, 1994). A implantação de novos loteamentos, muitos de forma irregular e sem planejamento, resultaram no atual Complexo Vila Santa Isabel. Este processo de urbanização modificou o quadro morfológico original, alterando a dinâmica existente e inserindo outras características ou ritmos ao ambiente (FUJIMOTO, 2002).

### 3.2. Preparação dos Dados

O banco de dados foi construído utilizando-se dados vetoriais e *raster*: dados socioeconômicos e relativos à infraestrutura básica, provenientes do Censo Demográfico 2010 (IBGE, 2011b); e uma imagem do sensor WorldView-2, é do tipo *Ortho Ready Standard Level-2A*, obtida em 22/06/2014, com ângulo *off-nadir* 17,7° e resolução radiométrica de 16 bits, contendo as bandas multiespectrais, com resolução espacial de 2,00 m, e a banda pancromática, com resolução espacial de 0,50 m.

A imagem foi ortorretificada com base em modelagem matemática rigorosa, utilizando os coeficientes polinomiais racionais (*Rational Polynomial Coefficient* - RPC), contidos nos metadados da imagem, além de um modelo digital de elevação, proveniente do SRTM-3 (*Shuttle Radar Topography Mission*) disponibilizados pela *United States Geological Survey* (USGS).

Com o objetivo de aumentar a resolução espacial das bandas multiespectrais, inserindo a informação espacial mais detalhada da banda pancromática, foi realizada a fusão das imagens das bandas pancromática e multiespectral pelo método de fusão por Principais Componentes, que tem apresentado os melhores resultados para fusão de bandas de sensores de alta resolução espacial (PADWICK ET AL., 2010), pois não tem limitação do número de bandas a serem fusionadas, possui boa capacidade de transferência de detalhes da imagem pancromática para a imagem sintética e preserva a informação espectral da imagem multiespectral original (RIBEIRO, 2011; 2014; ZHANG, 2004). O resultado do processo de fusão é um produto híbrido com 8 bandas espectrais e resolução espacial igual a 0,50 m.

A classificação do uso do solo foi realizada de modo simplificado, com o intuito mapear quatro grandes classes: (a) áreas vegetadas (vegetação arbórea e rasteira); (b) áreas construídas/edificadas; (c) áreas não-construídas porém pavimentadas; e (d) áreas abertas não-pavimentadas e não-vegetadas (corpos d'água e solo exposto). O modelo de conhecimento foi construído no *software* livre InterIMAGE (disponível em: <http://www.lvc.ele.puc-rio.br/projects/interimage/>), seguindo a metodologia desenvolvida por Ribeiro e Fonseca (2013) e Ribeiro (2014).

Os dados socioeconômicos e relativos à infraestrutura básica compreendem a: densidade demográfica; regularidade da ocupação (incluindo a condição de posse do imóvel, ocorrência de aglomerados subnormais (IBGE, 2011a); e ocupação de Áreas de Preservação Permanente (APP), Lei Federal nº 12.651/2012); existência de esgoto a céu aberto e lixo nos logradouros no entorno dos domicílios. Tais dados são disponibilizados em formato vetorial pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), na resolução de setor censitário (IBGE, 2011a). Além disso, a densidade da vegetação foi calculada utilizando-se o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), que é uma razão entre as bandas da faixa espectral do vermelho e infravermelho, conforme a Equação 1. A partir da magnitude desta razão, é possível fazer inferências sobre a biomassa verde, teor de clorofila na vegetação e ainda vigor e crescimento da vegetação verde (JENSEN, 2007; PONZONI, 2001).

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R) \quad (1)$$

onde *NIR* equivale à faixa do infravermelho próximo (banda 7 da imagem WorldView-2) e *R*, à do vermelho (banda 5).

Admitindo-se uma distribuição espacial homogênea, os dados foram transferidos para as quadras da área de estudos. Os dados socioeconômicos e de infraestrutura foram recortados utilizando-se uma máscara de vegetação, de modo a se operar tais variáveis somente nas áreas construídas. O banco de dados geoespacial foi construído no Spring 5.2.7, um SIG livre, gratuito e de código aberto (<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/download.php>). Os dados em formato “cadastral” foram convertidos para dados numéricos (grades regulares), para seguir com a análise das variáveis propostas.

### 3.3. AHP - *Analytic Hierarchy Process*

O modelo inferencial escolhido para a tomada de decisão foi o de Processo de Análise Hierárquica (AHP) (SAATY, 1978), que permite estimar os pesos, isto é, a contribuição relativa de cada um dos fatores (i.e., variáveis) envolvidos com base na lógica da comparação pareada. A AHP é um modelo empírico baseado em conhecimento desenvolvido para lidar com problemas complexos, colaborando com a ponderação de critérios de seleção relativos às variáveis envolvidas no problema. O modelo incorpora medidas de seleção objetivas e subjetivas, testando a sua consistência através de uma razão entre 0 e 1, com 0 indicando a completa consistência do processo de julgamento (SAATY, 1986; CÂMARA ET AL, 2001).

A AHP se decompõe em três fases principais: hierarquização do problema de decisão, avaliação comparativa ou pareada e síntese de prioridades (ou definição da importância relativa dos critérios) (SAATY, 1986). A avaliação comparativa é realizada através de uma escala verbal, a qual é atribuída valores numéricos conforme a Tabela 1. A partir do estabelecimento de critérios de comparação para cada combinação de fatores, é determinado um conjunto ótimo de pesos que podem ser utilizados para a combinação das diferentes variáveis.

Tabela 1. Escala de valores AHP para comparação pareada. Fonte: Adaptado de Saaty (2008).

Intensidade de importância	Definição	Explicação
1	Importância igual	Os dois fatores contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância moderada	Um fator é ligeiramente mais importante que o outro
5	Importância essencial	Um fator é claramente mais importante que o outro
7	Importância demonstrada	Um fator é fortemente favorecido e sua maior relevância foi demonstrada na prática
9	Importância extrema	A evidência que diferencia os fatores é da maior ordem possível.
2, 4, 6, 8	Valores intermediários entre julgamentos	Possibilidade de compromissos adicionais.

Tabela 2. Os graus relativos de importância das variáveis para realização da AHP.

Variável	Escala verbal	Variável
Existência de esgoto a céu aberto no entorno dos domicílios (ECA)	Igual	Existência de lixo nos logradouros no entorno dos domicílios (LL)
Existência de esgoto a céu aberto no entorno dos domicílios (ECA)	Moderadamente mais importante	Ocupação “irregular” do imóvel (OII)
Existência de esgoto a céu aberto no entorno dos domicílios (ECA)	Extremamente importante	Densidade demográfica normalizada (DD)
Existência de esgoto a céu aberto no entorno dos domicílios (ECA)	Demonstradamente mais importante	Densidade da vegetação (DV)
Existência de lixo nos logradouros no entorno dos domicílios (LL)	Moderadamente mais importante	Densidade demográfica normalizada (DD)
Existência de lixo nos logradouros no entorno dos domicílios (LL)	Demonstradamente mais importante	Densidade da vegetação (DV)



A operacionalização desta análise foi realizada no Spring 5.2.7, conforme a escala verbal estabelecida pelo usuário (Tabela 2). Após a comparação pareada, o resultado da AHP é um *script* base em LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico), contendo os pesos a serem atribuídos a cada variável, conforme Gráfico 1, e a razão de consistência de 0,022.

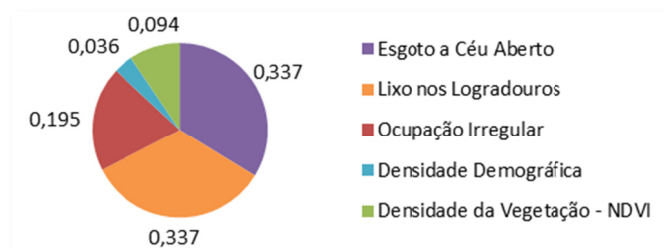


Gráfico 1. Pesos de importância relativa das variáveis definidos pela AHP.

A Equação 2, que consiste em uma média ponderada pelos pesos fornecidos pela AHP, foi aplicada nos dados para produção do IQAU. Os fatores que contribuem positivamente para uma boa qualidade ambiental urbana foram considerados aditivos, enquanto os que contribuem negativamente foram considerados subtrativos.

$$IQAU = 0,094 * DV - 0,337 * ECA - 0,337 * LL - 0,195 * OII - 0,036 * DD \quad (2)$$

### 3. Resultados e Discussão

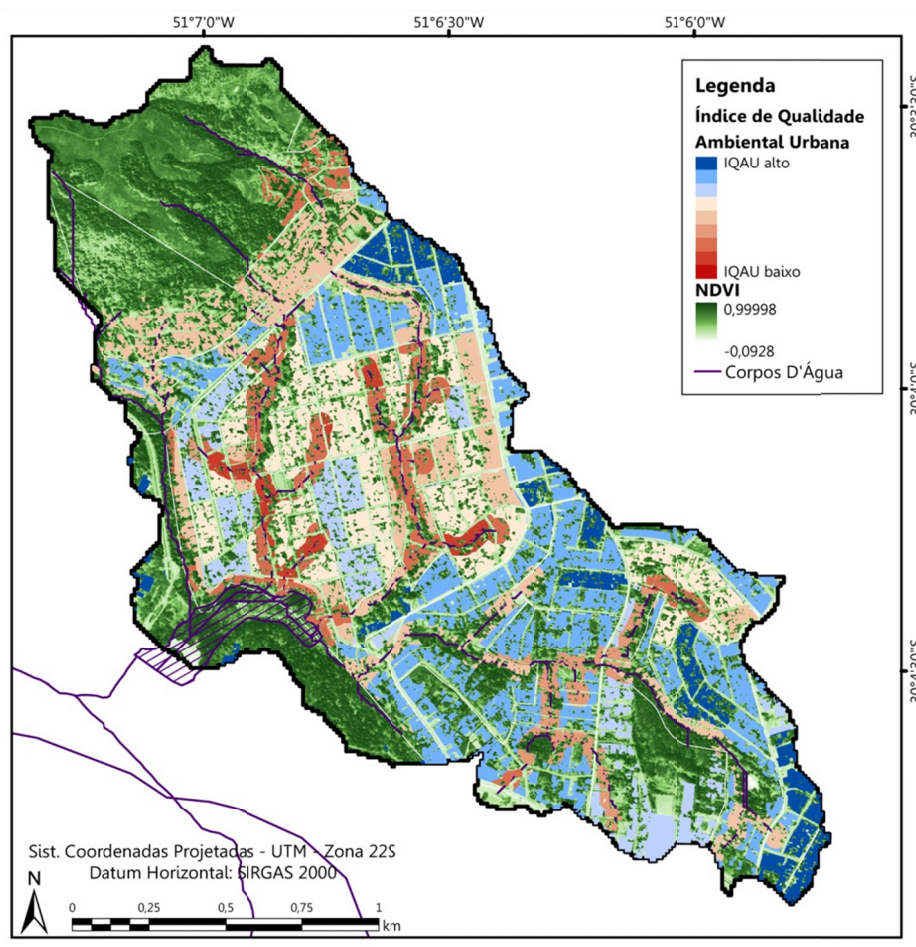


Figura 3. Mapa temático resultante da classificação do IQAU.

A Figura 3 exibe o mapa da espacialização do Índice de Qualidade Ambiental Urbana,

associado ao mapa do NDVI. Os locais que possuem maior IQAU, considerando-se as variáveis utilizadas para o seu cálculo, são apresentados nos tons de azul; os tons de vermelho denotam a piora no índice de qualidade ambiental. No caso desta análise, foi dado grande peso para a ilegalidade da ocupação: ou seja, os imóveis classificados como aglomerados subnormais pelo IBGE, bem como aqueles situados incorretamente em APP ou cuja a posse não seja própria, alugada ou cedida (i.e., “outras” formas de posse do imóvel), configuraram-se como elementos críticos para o baixo desempenho do IQAU proposto.

Embora não haja sistematizado um levantamento relativo à satisfação dos moradores da área de estudo com relação ao ambiente em que habitam, visitas a campo comprovam os resultados obtidos no mapeamento do IQAU, bem como estudos anteriores que contaram com entrevistas com os moradores (e.g., UNGARETTI, 2010).

## 5. Considerações Finais

O papel do sensoriamento remoto na produção de variáveis ambientais essenciais à composição de índices de qualidade ambiental urbana tem provado cada vez mais sua importância, graças aos avanços nos sistemas sensores, principalmente no que tange às resoluções espaciais, espectrais e radiométricas mais finas, e ao também ao aperfeiçoamento dos algoritmos de processamento digital de imagens orbitais.

A metodologia proposta para construção da base de dados e seleção das variáveis, bem como determinação da contribuição de cada uma delas na construção do IQAU, mostrou-se eficaz diante dos objetivos determinados. A utilização da AHP cumpriu o objetivo do mapeamento, entretanto, é importante ressaltar que o mapa temático do IQAU reflete uma análise de uma situação real, e não sua tradução fiel.

Embora ocorra uma generalização e fragmentação da realidade, e até, em alguns casos, de informações, é importante ressaltar que os procedimentos que envolvem análise espacial para gerar um produto final a partir de produtos intermediários, dificilmente será assertivo na sua totalidade. Uma seleção de variáveis diferentes pode resultar em resultados completamente dissonantes. Além disso, a técnica de AHP empregada permite o uso simultâneo de somente cinco variáveis, limitando as possibilidades de exploração do método.

Em termos de limitação da análise, não se pode deixar de mencionar a fonte dos dados, que, como qualquer levantamento estatístico, está sujeito a erros; e a escala do dado disponibilizado (em setores censitários que abrangem várias quadras). O uso do NDVI para classificação da cobertura vegetal também merece cuidados e ressalvas com relação à influência de efeitos atmosféricos em imagens de alta resolução espacial, conforme demonstrado por Ribeiro et al. (2009).

## Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pelo apoio financeiro à execução deste trabalho sob forma de bolsa de doutorado; e à FAURGS - Fundação de Apoio da Universidade Federal do Rio Grande do Sul pela aquisição da imagem WorldView-2 (Projeto de Desenvolvimento Institucional do IPH, 68675, Coord. Prof. André Luiz Lopes da Silveira).

## Referências Bibliográficas

- Bastos, V. S. B.; Fonseca, L. M. G. Utilização de ferramentas de geoprocessamento para a construção de um índice de qualidade urbana. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 16. (SBSR), 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2013. p. 1159-1166.
- Braga, T. M.; Freitas, A. P. G.; DUARTE, G. S.; CAREPA-SOUSA, J.. **Índices de sustentabilidade municipal: o desafio de mensurar**. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, 2003. 22p.
- Câmara, G.; Davis, C.; Monteiro, A. M. V. **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001. 344 p. Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/sergio/2004/04.22.07.43>>.
- Domingos, P. L. H. **Aplicação de Dados de Sensoriamento Remoto Orbital de Alta Resolução à Análise da Cobertura Vegetal Intra-urbana e seu Estado de Conservação**. 2005. 117 p. (INPE-TDI). Dissertação

- (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2005.
- Druck, S.; Carvalho, M.S.; Câmara, G.; Monteiro, A.V.M. (eds). **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Brasília: EMBRAPA, 2004.
- Fujimoto, N. S. V. M. Implicações ambientais na área metropolitana de Porto Alegre – RS: Um estudo geográfico com ênfase na geomorfologia urbana. In: **GEOUSP – Espaço e Tempo. Revista da Pós-Graduação em Geografia**. São Paulo: FFLCH/USP, 2002. p. 141-177.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística. 2011a. **Censo Demográfico 2010: Aglomerados Subnormais**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/agsn/>>. Acessado em: 3 de abril de 2013.
- \_\_\_\_\_. 2011b. **Censo Demográfico 2010: Resultados do Universo por Setor Censitário**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Revisão de 02/22/2013. Disponível em: <[http://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo\\_Demografico\\_2010/Resultados\\_do\\_Universo/Agregados\\_por\\_Setores\\_Censitarios/](http://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/Resultados_do_Universo/Agregados_por_Setores_Censitarios/)>. Acessado em: 25 de abril de 2013.
- Liang, B.; Weng, Q. Assessing Urban Environmental Quality Change of Indianapolis, United States, by the Remote Sensing and GIS Integration. **IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing**, v. 4, n. 1, p. 43-55, 2011.
- Lima, V.. **A sociedade e a natureza na paisagem urbana: análise de indicadores para avaliar a qualidade ambiental**. 2013. xxiii, 358 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2013.
- Loss, J.E.; Knijnik, R. (1994) Aspectos preliminares: os paradigmas para o ano 2000, as premissas utilizadas e a evolução urbana de Porto Alegre. In: Knijnik, R. (org.). **Energia e Meio Ambiente em Porto Alegre: bases para o desenvolvimento**. Porto Alegre, DMAE, 1-32 p.
- Nichol, J.; Wong, M. S. Modeling urban environmental quality in a tropical city. **Landscape and Urban Planning**, v. 73, n. April 2004, p. 49-58, 2005.
- Nichol, J.; Wong, M. S. Mapping urban environmental quality using satellite data and multiple parameters. **Environment and Planning B: Planning and Design**, v. 36, n. 1, p. 170-185, 2009.
- Obade, B. Y.; PAUL, V. D. E. Remote Sensing : New Applications for Urban Areas. **Proceedings of the IEEE**, v. 95, n. 12, p. 0-1, 2007.
- Padwick, C., Deskevich, M., Pacifici, F., & Smallwood, S. (2010). WorldView-2 Pan-Sharpener. **ASPRS 2010 Annual Conference**, San Diego, California, USA.
- Ribeiro, B. M. G. Identificação de Ocupações Irregulares em Áreas Urbanas Utilizando Imagens WorldView-2 e o Classificador por Árvore de Decisão - C4.5. In: XVI Simposio Internacional SELPER, 2014, Medellín, Colombia. **Memórias...** Bogotá: SELPER capitulo Colombia, 2014. p. 1-21. Disponível em: <<http://www.selpercolombia2014.com/papers/Fotogrametria-PDI-Fusion-de-datos/FP17-Identificacao-de-Ocupacoes-Irregulares-em-Areas-Urbanas.pdf>>
- Ribeiro, B. M. G., & Fonseca, L. M. G. (2013). Urban Land Cover Classification using WorldView-2 Images and C4.5 Algorithm. In: **Proceedings of the Joint Urban Remote Sensing Symposium - JURSE 2013**, São Paulo, Brazil, April 21-23, 2013 (250-253). Piscataway: IEEE.
- Ribeiro, B. M. G.; Fonseca, L. M. G.; Kux, H. J. H. Mapeamento da cobertura do solo urbano utilizando imagens WorldView-II e o sistema InterIMAGE. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 63, n. Edição Especial, p. 51-63, fev. 2011. Disponível em: <[http://www.rbc.ufjf.br/\\_pdf\\_63\\_2011/63\\_ANIV\\_6.pdf](http://www.rbc.ufjf.br/_pdf_63_2011/63_ANIV_6.pdf)>.
- Ribeiro, B. M. G.; Kuck, T. N.; Fonseca, L. M. G.; Kux, H. J. H.; Alves, D. S. Avaliação da influência do efeito atmosférico na identificação do estado de conservação da cobertura vegetal intra-urbana em imagens de alta resolução espacial. In: Simp.Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 14. (SBSR), 2009, Natal. **Anais...** S. J. Campos: INPE, 2009. p. 827-834. Disponível em: <http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr%4080/2008/11.12.18.47/doc/827-834.pdf>.
- Saaty, T. L. Axiomatic foundation of the Analytic Hierarchy Process. **Management Sci.** v.32 (7), p. 841-855, 1986.
- Saaty, T. L. Exploring the interface between hierachies, multiple objectives and fuzzy sets. **Fuzzy Sets and Systems**, v.1, n.1, p.57-68, 1978.
- Saaty, T. L. Decision making with the analytic hierarchy process. **Int. J. Services Sciences**, v. 1, n. 1, p.83–98, 2008.
- Souto, V. et al. **Como reconhecer um bom governo? O papel das administrações municipais na melhoria da qualidade de vida**. São Paulo: POLIS, 1995.
- Ungaretti, A. R.. **Perspectiva socioambiental sobre a disposição de resíduos sólidos em arroios urbanos. Um estudo na sub-bacia hidrográfica Mãe D'Água no Município de Viamão – RS**. 2010. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional). Porto Alegre: UFRGS, 2010.
- Zhang, Y. J. Understanding image fusion. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, v. 70, n. 6, p. 657-661, 2004.