Anais 4º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Bonito, MS, 20-24 de outubro 2012
Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p.783 -791

# Mapeamento da qualidade ambiental de áreas urbanas usando tecnologias fundamentadas em software livre com enfoque em geoprocessamento: caso dos bairros Goiabeiras e Popular em Cuiabá - MT

Vanderley Severino dos Santos [1]
Ruy de Oliveira [1]
Rosana Maria da Silva Santos [1]
Thiago Statella [1]

[1]Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso Campus Cuiabá
Rua Zulmira Canavarros, 95 - Centro
78.005-200 Cuiabá, MT
{vanderley.santos, ruy, rosana.santos, thiago.statella}@cba.ifmt.edu.br,

***Resumo***: Este trabalho apresenta os resultados de um projeto de pesquisa interinstitucional que teve como objetivo principal a produção de uma carta de qualidade ambiental para os bairros Goiabeiras e Popular situados em Cuiabá, MT. O estudo foi baseando no levantamento e na representação cartográfica de atributos do meio ambiente que permitam diagnosticar os principais problemas ambientais do local. Visa também difundir o "Geoprocessamento livre" no planejamento urbano e na pesquisa e, para isso, propõe-se a adoção de softwares livres. A metodologia utilizada neste trabalho foi aplicada em uma área adensada e representativa de diferentes classes sociais (bairros Goiabeiras e Popular em Cuiabá, MT). Para a aplicação dessa metodologia foi necessário mapear diferentes atributos do meio físico e humano da área em estudo. A sobreposição das cartas de cada atributo permite, ao final, produzir uma carta de qualidade ambiental. Todas as operações e procedimentos nessa pesquisa foram realizados adotando o sistema operacional GNU/Linux e diversas soluções de geoprocessamento baseados em softwares livres, tais como, o Quantum GIS (http://download.qgis.org) e o GRASS (http://grass.itc.it/download/index.php) entre outros. Os resultados deste trabalho podem ser usados como auxílio na tomada de decisões e execução de ações voltadas para o planejamento urbano, contribuir para o avanço das reflexões acerca dos problemas ambientais urbanos mais imediatos e difundir meios para proporcionar o princípio de autonomia, da liberdade, de economia, de cooperação e, romper com as cadeias ideológicas advindas da cultura hegemônica de grandes corporações conforme preconiza a filosofia do movimento "Software Livre".

***Palavras-chaves:*** qualidade ambiental, Quantum Gis, GRASS, geoprocessamento livre.

***Abstract:*** This work is an inter-institutional research project and has as main purpose a chart of environmental quality for the Goiabeiras and Popular districts in Cuiabá, MT. Our approach is based on field survey and cartographic representation of environment attributes enabling us to diagnose the main socio-environmental problems of the region. It also aims to spread the use of "free Geoprocessing" in urban planning and in research activities, by proposing the adoption of free applications in the execution of this study. The methodology to be used in this work will be applied in a dense area, representative of different social classes (Goiabeiras and Popular districts in Cuiabá, MT). The methodology required that a few environmental variables of the study area were mapped. The superposition of each map allows us to produce environmental quality map. Every procedure in this research was carried out with the GNU / Linux operating system and various GIS solutions based on free software such as Quantum GIS (http://download.qgis.org) and GRASS (http://grass.itc.it/download/index.php) among others. The results in this work can: 1) assist in decision making on the urban planning, 2) contribute to improve discussions about more serious urban environmental problems and provide means to popularize the free software's principles of autonomy, freedom, economy, cooperation, 3) break the chains that come from ideological hegemonic culture of large corporations as advocated the "Free Software " movement's philosophy.

***Key Words:*** environmental quality, Quantum GIS, GRASS, free gis.

## 1. Introdução

Com o processo de urbanização, caracterizado pelo aumento da população das áreas urbanas em relação à população da zona rural, as cidades passaram por uma intensa expansão nos séculos XIX e XX (Gomes e Soares, 2004).

No Brasil esse fenômeno iniciou tardiamente. Conforme Santos (1993) e Brandão (2003) a população urbana brasileira evoluiu consideravelmente a partir de 1940. Em Cuiabá esse processo teve destaque a partir da década de 60. Desde então o crescimento urbano acelerado e desordenado trouxe consigo a degradação do ambiente e comprometeu a qualidade de vida na Capital de Mato Grosso.

Para Nucci (2001) a urbanização desordenada afeta a qualidade ambiental através da alteração na qualidade do solo, na água, no ar, redução na quantidade de espaços livres nas áreas urbanas, pelo aumento da poluição, dos congestionamentos e dos ruídos.

No planejamento do uso do solo urbano a identificação da qualidade ambiental constitui-se em uma boa estratégia, entretanto, Schmidt et al. (2005) citando Van Kamp et al. (2003) descrevem que ainda há dúvidas sobre quais os métodos e técnicas com os quais se poderiam mapear, avaliar/predizer os efeitos de determinados usos para a qualidade ambiental, porém, esses autores apresentam e utilizam o método de Nucci (2001) em sua pesquisa.

A ocupação do solo urbano deve ser bem planejada e considerar indicadores de qualidade do ambiente. O termo "Qualidade Ambiental" é empregado para caracterizar as condições que o ambiente apresenta conforme normas e padrões estabelecidos.

Atualmente, o emprego do geoprocessamento vem se consolidando como uma alternativa para a representação e a análise de dados geográficos; o mapeamento de atributos ambientais e predição dos efeitos de determinados usos da terra para a qualidade ambiental são tarefas que também podem ser executadas com o uso do geoprocessamento e suas geotecnologias.

Entretanto, Uchôa e Ferreira (2004) relatam que essas tecnologias ainda apresentam alto custo, principalmente os softwares o que, muitas vezes, inviabilizam seu uso. Nesse contexto, a utilização de Softwares Livres constitui-se em alternativas viáveis e recomendadas para aplicações em pesquisas e na administração municipal, pois podem

contribuir em estudos voltados para ordenamento do espaço urbano.

## 2. Objetivo

Mapear os atributos do meio ambiente que permitem construir uma carta de qualidade ambiental para os bairros Goiabeiras e Popular em Cuiabá/MT e, por esse meio, auxiliar o diagnóstico dos principais problemas sócio-ambientais desses bairros e contribuir com a difusão do "Geoprocessamento livre" no planejamento urbano.

## 3. Materiais e Métodos

A área de estudo está localizada em Cuiabá no Estado de Mato Grosso (**Figura 1**), cidade localizada às margens do rio Cuiabá, importante tributário para a formação do Pantanal. É composta pelos bairros Goiabeiras e Popular, localizados próximos ao centro da cidade e juntos apresentam população de 8.000 habitantes e área de 1,2 km². A área está situada entre as coordenadas geográficas 15º35'20'', 15º36'20" S e 56º06'00", 56º07'05" W.

Para a execução deste trabalho foi adotada a metodologia utilizada por Nucci (2001) na avaliação da qualidade ambiental do Distrito de Santa Cecília em São Paulo, o qual propôs que o estudo da qualidade ambiental seja efetuado a partir do mapeamento de atributos ambientais tipicamente urbanos, como por exemplo: uso do solo, poluição, espaços livres, verticalidade das edificações, pontos de enchentes, densidade populacional e cobertura vegetal. Segundo Nucci (2001) a presença ou não desses atributos está intimamente ligada à baixa ou alta qualidade ambiental de um local.

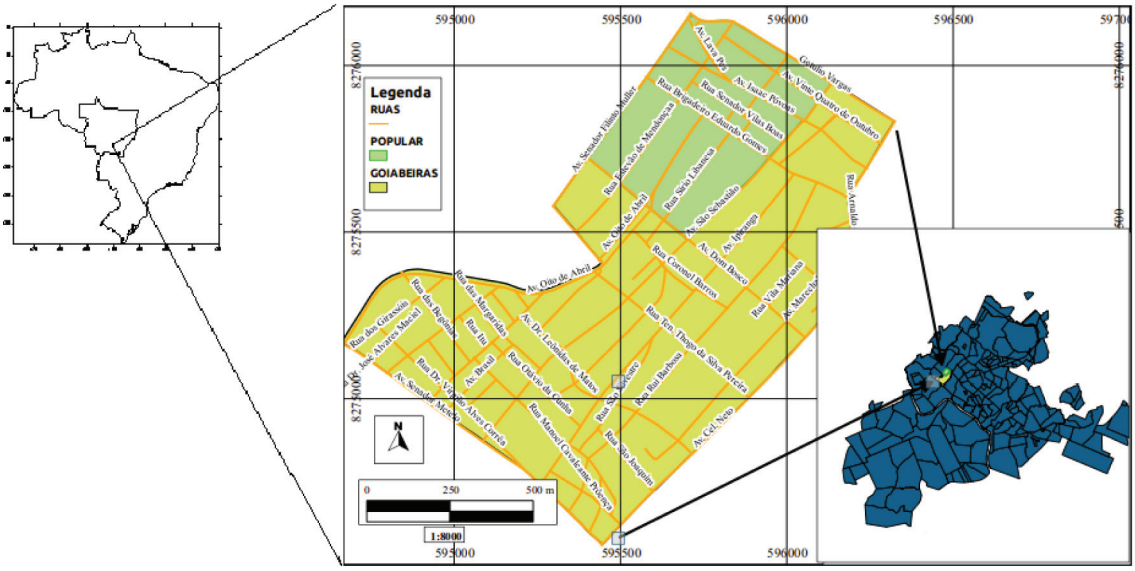


**Figura 1.** Localização dos bairros Goiabeiras e Popular em Cuiabá, MT.

Para a aplicação dessa metodologia foi necessário, primeiramente elaborar uma **Carta de Uso e Ocupação do Solo**, que serviu de base para a elaboração de outras cartas; para sua confecção foram identificados em uma coluna específica da tabela da carta cadastral dos bairros os estabelecimentos de uso residencial, comercial, industrial, depósitos e terrenos baldios. Com base nessa carta construiu-se a **Carta dos Usos do Solo diferentes de Residências e de Praças.**

Posteriormente foi elaborada a **Carta de Usos Potencialmente Poluidores** que apresenta informações sobre a área de influência dos usos que podem ser considerados

potencialmente causadores de poluição; compõem essa carta dados sobre as avenidas com tráfego intenso, a localização de serralherias, mecânicas, funilarias, postos de gasolina, indústrias, lojas de veículos, acessórios e peças, depósitos, transportadoras e estacionamentos.

Outra carta elaborada foi a de **Pontos de Enchente**, obtida com base nas características geomorfológicas, por meio de modelo numérico de elevação do terreno (DEM) e de mapas indicativos dos cursos d'água, pelo mapeamento dos locais sujeitos a formação de poças de água, assim, mapeou-se as áreas mais propícias à formação de enchentes.

Obteve-se a **Carta de Densidade Demográfica** por meio da divisão do número de habitantes de cada setor censitário pela sua área em hectares. Considerando para o mapeamento que apenas aqueles setores com mais de 100 hab/ha influenciam na redução da qualidade ambiental.

A **Carta de Verticalidade das Edificações** foi elaborada por meio de interpretação de imagem de satélite e de trabalho de campo. Considerou-se apenas os prédios com mais de três pavimentos e que esses podem interferir na qualidade ambiental em até cinquenta metros em seu entorno.

A confecção da Carta de Cobertura Vegetal dos bairros foi obtida por meio de classificação não supervisionada da imagem de alta resolução. E com base nesta carta extraiu-se a **Carta de Desertos Florísticos**.

**Carta de Déficits de Espaços Livres Públicos** foi construída com base nos mapas e dados indicando as praças e quadras de esportes e lazer dos dois bairros.

Em todas as cartas que foram confeccionadas no formato vetorial, os atributos positivos e negativos foram identificados em uma coluna específica na tabela do banco de dados e relacionados a uma entidade (ponto, linha ou polígono) no arquivo vetorial. Em seguida em uma nova coluna denominada de QA adicionada ao banco de dados preencheu-se com valores 0 para atributos positivos e 1 para atributos negativos. Posteriormente converteu todos os arquivos vetoriais para o formato raster adotando a coluna QA para o mapeamento. Obteve-se então, em todas as cartas as áreas com presença de atributos positivos, ou seja, que não interferem na qualidade ambiental, nesses locais os pixeis receberam o valor 0, enquanto os pixeis dos locais onde ocorrem a presença do atributo ambiental negativo receberam o valor 1.

Para as cartas de Pontos de Enchente e de Cobertura Vegetal que na criação resultaram no formato raster, a identificação dos pixeis com valores 0 ou 1 foi efetuada por meio de reclassificação.

Para a obtenção da carta de **Qualidade Ambiental**, todas as cartas foram somadas em duas etapas, devido à limitação do software que é capaz de somar seis cartas por vez. Nessa nova carta pode-se identificar a ausência ou presença de um até sete atributos negativos. Essa carta foi analisada qualitativamente de forma relativa, considerando que uma área é caracterizada de baixa qualidade ambiental quando apresenta quantidade maior de atributos negativos e outra área caracterizada de boa qualidade ambiental quando possui em seus limites poucos ou nenhum atributos negativos (Nucci, 2001).

Para o levantamento dos atributos ambientais foram utilizados dados extraídos das imagens do satélite WORDVIEW2 obtidas em 29 de maio de 2010, carta cadastral dos bairros, dados do mapa chave altimétrico de Cuiabá com curvas equidistantes em cinco metros e escala 1:10000. Também foram utilizados arquivos dos setores censitários do IBGE relativos aos bairros Goiabeiras, Popular e bairros do entorno.

Os levantamentos de campo para o cadastro e localização dos terrenos baldios, praças, edifícios, serralherias, mecânicas, funilarias, postos de gasolina, indústrias, concessionárias de veículos, lojas de acessórios e peças automotivas, lava-jatos,

depósitos, transportadoras, estacionamentos, bem como pontos de possíveis enchentes foram executados no início do ano de 2011.

Todas as operações e procedimentos para esta pesquisa foram realizados adotando o sistema operacional GNU/Linux, distribuição Ubuntu 10.04 e os softwares de geoprocessamento livres, o Quantum GIS (http://download.qgis.org) e o GRASS (http://grass.itc.it/download/index.php). Os mapas estão georreferenciados ao WGS84, com projeção UTM zona 21S.

## 4. Resultados e Discussões

Após o mapeamento dos atributos necessários para a aplicação da metodologia e produzida a carta de qualidade ambiental para os bairros Goiabeira e Popular, os resultados de cada carta com esses atributos foram aqui analisados individualmente e em conjunto na carta de qualidade ambiental.

Na **Figura 2** são apresentadas respectivamente as cartas com os atributos Pontos de Enchentes (A), Verticalidade das Edificações (B), Densidade Demográfica (C), Usos Potencialmente Poluidores (D), Cartas de Usos do Solo diferentes de Residências e de Praças (E) e Déficit de Espaços Livres (F).

Os locais com mais problemas em relação a possibilidades de ocorrer enchentes e acúmulo de águas das chuvas estão localizados no sul, local anteriormente designado como bairro Pólvora e nas proximidades dos córregos que cortam os bairros Popular e Goiabeiras (**Figura 2A**).

Na **Figura 2B** apresenta-se a localização de edifícios com três ou mais pavimentos. Estes se concentram principalmente no bairro Popular onde foram cadastrados mais de vinte e cinco edifícios neste bairro. Também se observou que construíram um grande número deles no norte do bairro Goiabeiras e que é notadamente crescente o número de construções desse tipo na área sul, limite com o bairro Cidade Alta. Comparando esta carta com a de densidade demográfica, observa-se a existência de forte relação entre os locais com concentração de construções verticais e os locais de densidade demográfica mais elevada.

Na **Figura 2C**, localizam-se os setores que apresentam densidade demográfica acima de 100 hab/ha. Conforme Nucci (2001), a qualidade ambiental é comprometida nos locais com densidade acima de 400 hab/ha. Em nosso trabalho consideramos o valor 100 hab/ha, porque nesses bairros esta é a média da densidade demográfica dos setores censitários e, em nenhum dos bairros e entornos , o valores se aproximam dos 400 hab/ha.

Considerando os diferentes agentes que podem ser causadores de poluição, a qualidade ambiental está comprometida, principalmente, nas imediações das Avenidas Ipiranga, São Sebastião, Estevão de Mendonça, Rui Barbosa, Filinto Müller, Getúlio Vargas, Dom Bosco e Isaac Póvoas, em função do fluxo de veículos nessas ruas e avenidas e em menor proporção em razão dos demais atributos, oficinas, estacionamentos, lava jatos e outros considerados na avaliação desse quesito (**Figura 2D**), entretanto, o trânsito é intensificado nessas avenidas em função da busca por esses serviços pela população.

Na **Figura 2E**, estão mapeadas as quadras, cujos usos do solo não estão destinados somente a residências e praças, ou seja, existem atividades comerciais, industriais e terrenos baldios. As atividades comerciais apresentam abrangência considerável sobre esses bairros.

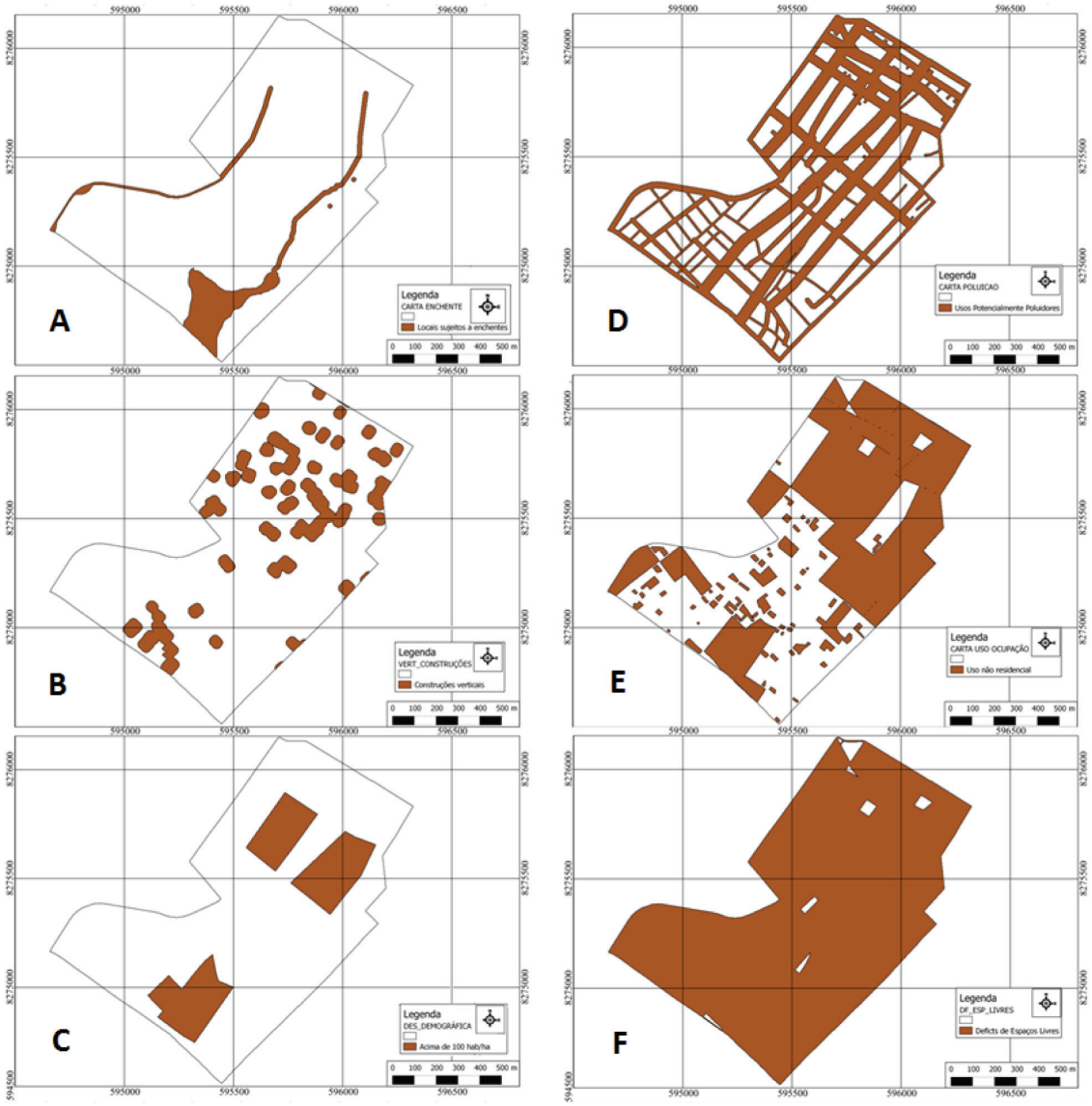


**Figura 2.** Cartas de Pontos de Enchente (A), Verticalidade das Edificações (B), Densidade Demográfica (C), Usos Potencialmente Poluidores (D), Cartas de Usos do Solo diferentes de Residências e de Praças (E) e Deficit de Espaços Livres (F).

Por todo o bairro Popular e no setor nordeste do bairro Goiabeiras existem muitas lojas, lanchonetes, restaurantes, escritórios, escolas de inglês e informática, bancos, etc. O tipo de uso do solo é, provavelmente, um dos temas que mais contribui espacialmente para a redução da qualidade ambiental nesses dois bairros, principalmente o Popular que durante a noite é muito procurado para diversão em razão dos inúmeros restaurantes e lanchonetes em seu interior.

Na **Figura 2**F, verifica-se a ausência de áreas livres que poderiam ser destinadas à construção de novas praças ou locais para atividades de recreação e lazer da população, principalmente, no bairro Goiabeiras no qual predomina uso com finalidade residencial.

A **Figura 3**, refere-se ao mapeamento por meio de classificação não supervisionada dos locais desprovidos de vegetação e com vegetação. Observa-se nesta carta que no bairro Goiabeiras há vários fragmentos de vegetação, enquanto no bairro Popular restaram poucos fragmentos. Segundo Rodrigues e Luz (2007), os locais de alta densidade ocupacional situados em regiões de baixas latitudes necessitam de cobertura vegetal para

oferecer melhoria da qualidade de vida e equilibrado balanço térmico.

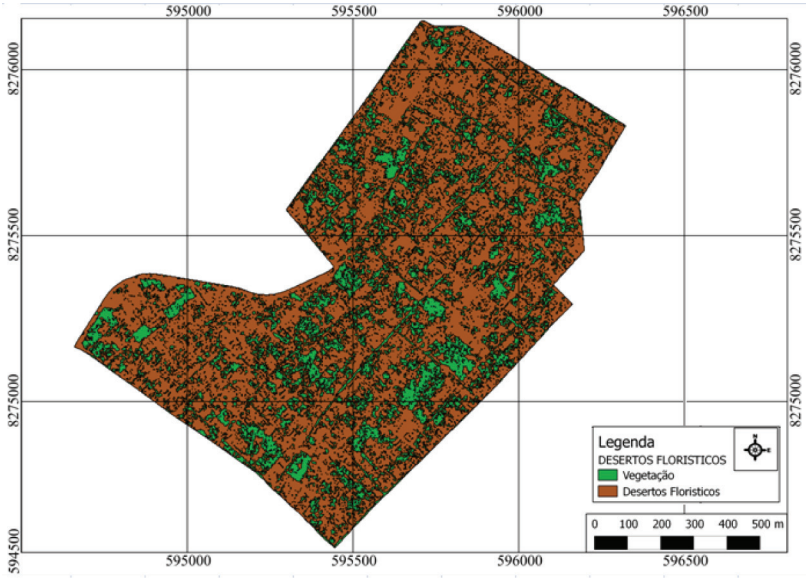


**Figura 3.** Carta de Desertos Florísticos dos bairros Popular e Goiabeiras, Cuiabá, MT.

A carta de qualidade ambiental resultante da sobreposição dos sete temas (**Figura 4**) permite verificar que as áreas mais críticas estão distribuídas praticamente por todo o sul do bairro Popular e pelo norte e centro-sul do bairro Goiabeiras. Nesses locais foi verificado a presença de cinco a seis dos sete atributos que contribuem negativamente para a redução da qualidade do ambiente desses bairros. Verifica-se também nesta carta que ainda existem muitos locais, no bairro Goiabeiras, onde a qualidade ambiental ainda não está comprometida, necessitando apenas de ampliação das áreas verdes e também de espaços livres para lazer e recreação.

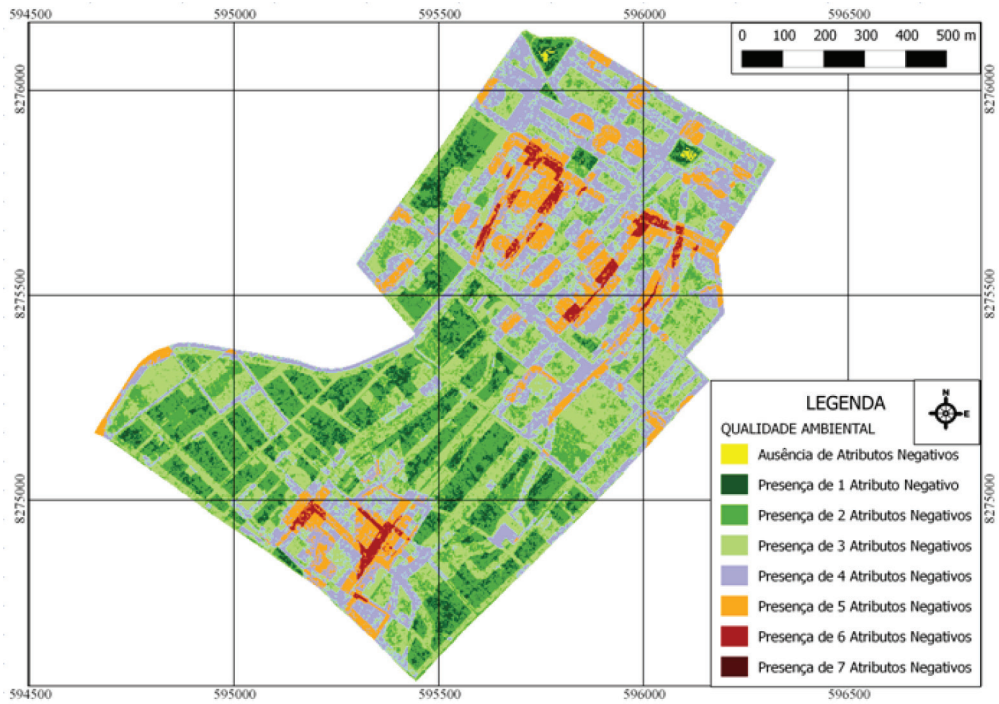


**Figura 4.** Carta de qualidade ambiental dos bairros Popular e Goiabeiras, Cuiabá, MT.

No gráfico (**Figura 5**), verifica-se que os locais com três atributos negativos ocupam maior área, quase 0,4 km². Áreas com quatro atributos negativos totalizam pouco mais que 0,3 km² e, com dois atributos negativos distribuem-se em pouco menos do que 0,3 km².

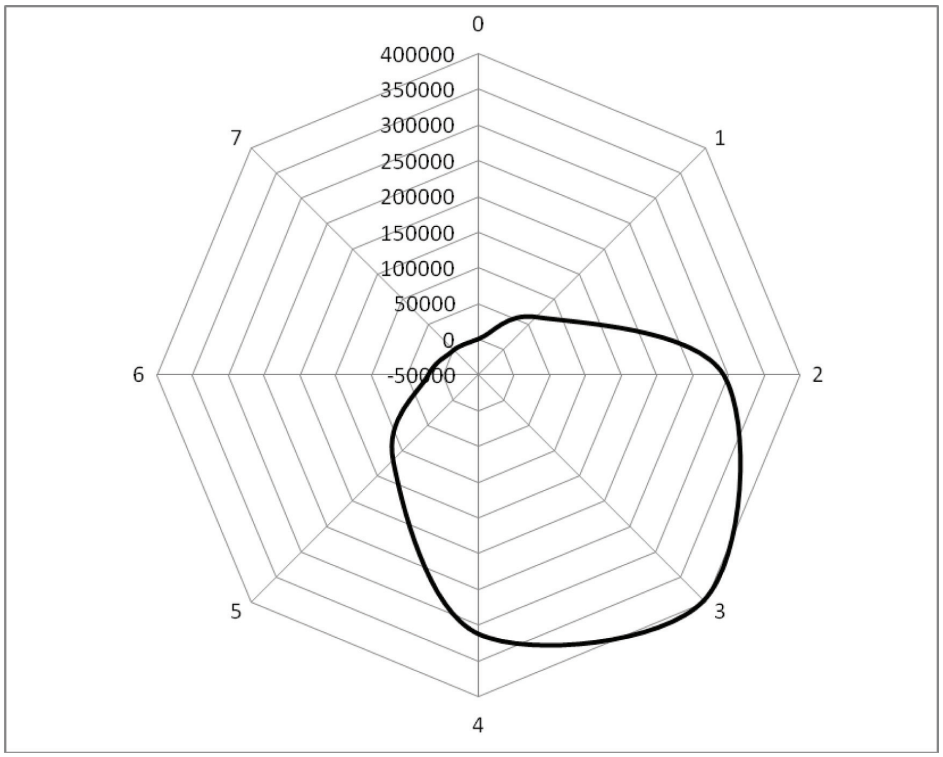


**Figura 5** - Presença de atributos negativos que interferem na qualidade ambiental e área ocupada em m².

## 5. Conclusões

A metodologia para análise do mapeamento de qualidade ambiental de áreas urbanas pode ser aplicada com o uso dos softwares livres Quantum Gis e GRASS.

Os locais onde se identificou a presença de até dois atributos negativos, determinantes da qualidade do ambiente, não podem ser considerados que sejam de melhor qualidade que aqueles onde foi verificada a presença de cinco a seis atributos negativos. Nos primeiros predominam construções antigas e muitas delas aparentemente em mau estado de conservação, enquanto nos outros locais com mais atributos negativos encontramos edifícios de médio a alto luxo, onde certamente a qualidade de vida é bem superior.

De acordo com a metodologia empregada verifica-se que cerca de 70% da área dos dois bairros apresentam de três a quatro atributos negativos de avaliação da qualidade ambiental, podendo assim, com o tempo, progredir para estágios que possam vir a comprometer a qualidade de vida da população.

## 6. Agradecimentos

À Fapemat, pelo suporte financeiro a este trabalho de pesquisa.

## 7. Referências bibliográficas

Brandão, A.M. P. M.; O Clima Urbano na Cidade do Rio de Janeiro. In: Mendonça, F.; Monteiro, C. A. F.(orgs.). **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2003.

Gomes, M. A. S.; Soares. B. R. **Reflexões sobre qualidade ambiental urbana**. Estudos Geográficos, Rio Claro, 2 (2): 21-30, jul – dez 2004 ISSN 1678- 698X. Disponível em: <www.rc.unesp.br/igce/grad/geografia /revista.htm> Acesso em 05 dez. 2004.

Nucci, J. C., Kröker, R., Schmidt, E., Buccheri Filho, A.T., Mapeamento da qualidade ambiental urbana. In: International Congress on Environmental Planning and Management - Environmental Challenges of Urbanization, **anais**, Brasília, Catholic University of Brasilia – Campus II, 2005.

Nucci, J. C. **Qualidade Ambiental e Adensamento Urbano.** São Paulo: Humanistas/FFLCH-USP, 2001. 236p.

Rodrigues; J. E. C.; Luz; L. M.; Mapeamento da cobertura vegetal da Área Central do município de Belém PA, através de sensores remotos de base orbital (sensor TM, LANDSAT 5 e sensor CCD, CBERS 2), **Anais**... XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 1063-1070.

Santos, M. **A Urbanização brasileira**. 3ª ed. São Paulo: Hucitec, 1993. 155p.

Schmidt, E.; Buccheri Filho, A. T.; Kröker, R.; Nucci, J. C.; Método para mapeamento da qualidade ambiental urbana. **Anais**... XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2005, São Paulo.

Uchoa; H.N. Ferreira; P. R. **Geoprocessamento com Software Livre,** versão 1.0, 2004, Disponível em: <http://www.geolivre.org.br/modules/mydownloads/”> Acesso em 12 de junho de 2009.