

# **O geoprocessamento como ferramenta para tomada de decisões em disciplinas de projetos de Arquitetura e Urbanismo: uma experiência metodológica interdisciplinar**

**MOURA, ANA CLARA MOURÃO. (1); SANTA CECÍLIA, BRUNO LUIZ COUTINHO. (2);  
PONTES, MATEUS MOREIRA (3)**

1. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura. Departamento de Urbanismo  
Rua Paraíba, 697 – Funcionários – CEP 30.130-140, Belo Horizonte, MG  
anaclaramoura@yahoo.com

2. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura. Departamento de Projetos  
Rua Paraíba, 697 – Funcionários – CEP 30.130-140, Belo Horizonte, MG  
bruno@arquitetosassociados.arq.br

2. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura. Departamento de Projetos  
Rua Paraíba, 697 – Funcionários – CEP 30.130-140, Belo Horizonte, MG  
mateus.pontes@gmail.com

**PALAVRAS-CHAVE:** ensino de arquitetura, análise multicritérios, geoprocessamento.

**RESUMO:** Este artigo relata uma experiência interdisciplinar em arquitetura e urbanismo, desenvolvida dentro da disciplina *Oficina Integrada de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo: Problemas de Requalificação de Áreas e Edificações Urbanas (OFIAUP)*, implantada dentro do currículo do novo curso de Arquitetura e Urbanismo Noturno da Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais. Este curso, criado em 2008, destaca-se por um projeto pedagógico que privilegia uma acentuada ênfase nas áreas de planejamento urbano e de habitações de interesse social. A disciplina integra conhecimentos interdisciplinares e propõe o emprego da Análise Multicritérios como ferramenta para tomada de decisões no campo da arquitetura e urbanismo, utilizando recursos de geoprocessamento para identificação e caracterização de áreas de interesse para projetos de requalificação de áreas e edificações urbanas no hipercentro de Belo Horizonte.

## **1. INTRODUÇÃO**

Fundada em 1930, a Escola de Arquitetura da UFMG oferece dois cursos de Arquitetura e Urbanismo. O curso diurno é um dos mais antigos da Universidade e um dos mais tradicionais do país. Ele prepara os estudantes para atuar em diferentes campos da Arquitetura e do Urbanismo

que vai desde a concepção e execução de projetos e obras de edificações, de ambientes interiores e exteriores, até o desenho e planejamento de espaços paisagísticos, urbanos e regionais. O curso noturno, iniciado em 2009, além de preparar também esse profissional generalista, inova em seu currículo flexível e acrescenta a ênfase em planejamento urbano e habitação de interesse social.

O novo curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) já nasceu com o desafio de conciliar um currículo muito flexibilizado com a integração entre disciplinas, oferecendo ao aluno a liberdade de ser o agente principal de sua formação.

O projeto pedagógico do curso está estruturado no pensamento de três principais autores: Karl Popper, Paulo Freire e Donald Schön. É de Karl Popper o entendimento de que o conhecimento se desenvolve a partir do estudo e resolução de problemas, que geralmente ultrapassam as fronteiras de matérias ou disciplinas. Sua descrição do método científico evidencia que o processo de conhecimento se dá por um processo de tentativa e erro, com eliminação do erro através de sucessivas avaliações críticas. O pensamento de Paulo Freire contribui na definição do papel do professor, que é o de ajudar aluno a reconhecer-se como o responsável pela sua própria prática cognoscitiva, adquirindo autonomia no seu aprendizado e na vida. Ainda de Freire é a idéia da contextualização do conhecimento, levando o aluno a entender que a sua prática cidadã pode ser transformadora. Finalmente, a esses autores soma-se o entendimento de Donald Schön (Massachusetts Institute of Technology) de que o conhecimento é gerado num processo de reflexão-na-ação. Assim, o professor deve prestar atenção ao aluno individualmente, nos trabalhos que esse desenvolve, para ter uma noção precisa de suas dificuldades ao se defrontar com situações-problemas singulares.

A flexibilização plena do currículo comparece como recurso fundamental para aplicação desses princípios pedagógicos, cabendo ao aluno escolher as temáticas que irão compor o seu percurso dentro da Universidade. As temáticas que são trabalhadas nas disciplinas, por sua vez, são apresentadas na forma de integração de saberes, simulando o que é a realidade na construção de um conhecimento, e fugindo das tradicionais aulas de conteúdos estáticos e que não fazem relações com outras abordagens ou com as necessidades contemporâneas.

Entre as disciplinas do curso, existe um grupo composto por grandes oficinas, para as quais é reservado um expressivo número de horas/aula, de 120 horas para cada uma. As atividades nas oficinas acontecem de forma prática, através de estudos que formam as bases para a compreensão dos temas de trabalho e elaboração de propostas de projetos de intervenção espacial em diversas escalas.

## **2. INTERDISCIPLINARIDADE**

Desde Vitruvius<sup>1</sup>, a Arquitetura e Urbanismo é definida como uma prática interdisciplinar por excelência, integrando saberes teóricos e práticos provenientes de várias áreas do conhecimento humano. Para realizar essa interdisciplinaridade no âmbito didático, o curso noturno de Arquitetura e Urbanismo da UFMG se apóia nas disciplinas integradas de Arquitetura, Urbanismo, Paisagismo e Tecnologia (OFIAUPs), e Oficinas de Planejamento Urbano e Habitacional (OFIURBs). Essas grandes oficinas têm como objetivo desenvolver, de forma integrada, os diversos conteúdos teóricos e práticos definidos pelo plano pedagógico do curso.

Dentro deste grupo das grandes oficinas estão as *Oficinas Integradas de Arquitetura e Urbanismo*, orientadas a partir de problemas de arquitetura e urbanismo e estão disponíveis para escolha do aluno a partir do segundo semestre do curso. Estas disciplinas têm como desafio promover a integração de professores de projetos de arquitetura e de urbanismo, com a colaboração de professores das áreas de tecnologia e de teoria e história da arquitetura.

As oficinas apresentam grandes desafios que passam por etapas de promoção de uma base conceitual, diagnóstico da realidade, estudo de diferentes metodologias de abordagem, construção de sínteses de informações e construção de propostas de projeto, planejamento e gestão espacial. O aluno simula uma realidade de projeto (arquitetônico e/ou urbanístico) e deve ser inquietado no sentido de buscar informações complementares que aprofundem os diferentes aspectos levantados. O foco principal das grandes oficinas é o desenvolvimento de um projeto de arquitetura e urbanismo que promova a integração de conhecimentos e conteúdos interdisciplinares.

Assim, na *Oficina Integrada de Arquitetura e Urbanismo - Problemas de Requalificação de Áreas e Edificações Urbanas*, os alunos trabalham em propostas para requalificação de partes do Hipercentro de Belo Horizonte. Nessa oficina, ao contrário das tradicionais aulas de projeto de arquitetura, os alunos tem a oportunidade de decidir onde irão trabalhar, bem como os usos e ocupações desejáveis para a área de estudo, sendo estimulados a atuar em diversas escalas de proposição: do estabelecimento de diretrizes ao projeto de uma edificação, passando pelo desenho urbano.

Para a escolha da área ou local de intervenção, assim como para a caracterização de suas potencialidades e limitações, os alunos realizam um trabalho de análise urbana que emprega ferramentas de geoprocessamento para análise espacial, através do modelo de Análise Multicritérios.

### **3. METODOLOGIA DA DISCIPLINA**

Propõe-se que os alunos utilizem a Análise Espacial Multicritérios para escolha de uma área dentro do Hipercentro de Belo Horizonte para proposição de uma intervenção arquitetônica e

urbanística, objeto principal da disciplina. Aos alunos é dada ampla liberdade de seleção e manipulação dos dados e levantamentos disponíveis, bem como de interpretação dos resultados obtidos.

Desta forma, no lugar de fornecer ao aluno uma base projetual pronta, a disciplina estimula a investigação e o posicionamento crítico dos estudantes não na escolha do local de trabalho, mas também na escolha dos problemas a serem resolvidos. Acreditamos ser este um dos diferenciais fundamentais desta disciplina em relação ao ensino tradicional de projeto, no qual o professor elege o lugar a ser projetado e os problemas a serem resolvidos.

A turma é organizada em grupos de quatro estudantes com o objetivo de estimular os debates entre os alunos. Propõe-se a abordagem do problema em três etapas consecutivas e complementares, a saber:

- Análise de dados: esta etapa trabalha na escala da região do hipercentro. Consiste na seleção e análise dos dados disponíveis da área de estudo com auxílio de software de SIG Arcview. Tem como objetivo a identificação de áreas ótimas para intervenção, segundo os critérios definidos pelos grupos;

- Análise de campo: esta etapa trabalha na escala de um conjunto de quadras urbanas. Consiste em confrontar os resultados obtidos na Análise de Dados com a realidade. Tem como objetivo validar a Análise anterior e delimitar a área de intervenção.

- Análise física: esta etapa trabalha na escala de um conjunto de lotes, ou de uma quadra. Consiste no detalhamento dos principais elementos e condicionantes da área delimitada. Tem como objetivo a caracterização pormenorizada da área que será objeto de intervenção

O resultado esperado consiste de um relatório analítico-descritivo da área de intervenção, ilustrado com os mapas temáticos e as análises espaciais produzidas pelos grupos, bem como a delimitação precisa da área de intervenção, com suas justificativas técnicas e conceituais. Dentro do mesmo produto, e como seu desdobramento natural, os alunos são estimulados a proporem diretrizes gerais para a área de intervenção, que será objeto de proposta arquitetônica e urbanística nos dois trabalhos seguintes: um estudo de viabilidade e um estudo preliminar de arquitetura e urbanismo. Cada um destes trabalhos representa um avanço das investigações arquitetônicas e urbanísticas e um salto na complexidade das soluções projetuais. Cada qual também representa um avanço na autonomia do estudante: se a Análise Espacial desenvolve-se em grupo de quatro alunos, no estudo de viabilidade este grupo divide-se em duas duplas, que terão o compromisso de avançar no desenvolvimento da proposta, cada qual com sua visão particular do problema. Da mesma forma, no Estudo Preliminar as duplas são desfeitas e os trabalhos passam a ser feitos individualmente. Desta forma, a disciplina pretende avaliar a capacidade do aluno de trabalhar em grupo, ao mesmo tempo em que estimula o desenvolvimento das capacidades individuais de cada estudante.

A etapa de Análise Espacial, propriamente dita, é desenvolvida em quatro etapas com o apoio de professores com formações profissionais diferentes e complementares. A primeira etapa consiste a apresentação das bases conceituais em geoprocessamento e análise espacial, ilustrada por exemplos de outros estudos de caso de síntese de variáveis para a caracterização de potenciais e limitações em usos do solo. A segunda etapa é a apresentação da coleção de dados cartográficos e alfanuméricos existentes, assim como a orientação sobre a montagem do Sistema de Informações Geográficas. A terceira etapa é a de montagem do modelo de análise espacial por Análise Multicritérios e a obtenção os mapas de síntese de variáveis. A quarta etapa é o trabalho de campo para calibração e validação dos resultados, assim como a definição do projeto de requalificação urbana para a área escolhida para a intervenção.

#### **4. SIG E ANÁLISE MULTICRITÉRIOS**

Os Sistemas Informativos Geográficos (SIG) buscam formas de trabalhar com as relações espaciais ou lógicas, tendendo a evoluir do descritivo para o prognóstico. Como um sistema, trata-se um conjunto de partes que interagem; que não estão somente agregadas, mas sim correlacionadas. Em lugar de simplesmente descrever elementos ou fatos, podem traçar cenários, simulações de fenômenos, com base em tendências observadas ou julgamentos de condições estabelecidas, de modo a produzir informações espacializadas antes não perceptíveis.

Observa-se hoje uma grande difusão do SIG na produção de inventários e apoio à prática do planejamento, uma vez que permite a definição física e a análise quantitativa dos componentes sócio-econômicos, mesmo análises qualitativas, atribuindo pesos às características identificadas dentro de uma escala de valores estabelecida. Tem-se tornado o principal instrumento de planejamento urbano por possibilitar um retrato mais fiel da complexidade e permitir a integração de análises por disciplinas diversas. No entanto, sua aplicação nas disciplinas de projeto dos cursos de Arquitetura e Urbanismo ainda é pouco explorada no Brasil.

O interesse do SIG para uma disciplina de projeto arquitetônico está em permitir que os alunos desenvolvam complexas análises espaciais a partir de diversas condicionantes - físicas, sócio-econômicas, de infra-estrutura, etc - em curto período, superando as metodologias subjetivas de análise urbanística e arquitetônica que tradicionalmente têm lugar nos cursos de arquitetura. Desta forma, trata-se de uma ferramenta que privilegia o rigor metodológico e científico.

##### **Análise Multicritérios**

O SIG é caracterizado por técnicas de aplicação de processos metodológicos de análise espacial, em adoção de modelos que são simplificações da complexa realidade. Entre os modelos de análise espacial existentes, destaca-se o de Análise de Multicritérios. Moura (2007, p. 2900) explica que a metodologia de análise de multicritérios é bastante adequada para o emprego das

geotecnologias na criação de sínteses de variáveis cujo objetivo é a identificação de áreas prioritárias para algum fenômeno ou arranjo geográfico. A autora defende: *“O procedimento de análise de multicritérios é muito utilizado em geoprocessamento, pois se baseia justamente na lógica básica da construção de um SIG: seleção das principais variáveis que caracterizam um fenômeno, já realizando um recorte metodológico de simplificação da complexidade espacial; representação da realidade segundo diferentes variáveis, organizadas em camadas de informação; discretização dos planos de análise em resoluções espaciais adequadas tanto para as fontes dos dados como para os objetivos a serem alcançados; promoção da combinação das camadas de variáveis, integradas na forma de um sistema, que traduza a complexidade da realidade; finalmente, possibilidade de validação e calibração do sistema, mediante identificação e correção das relações construídas entre as variáveis mapeadas.”*

Para a aplicação da metodologia, o primeiro passo é a definição dos objetivos (a síntese que se pretende obter a partir da combinação de variáveis) para a seleção de temas de mapeamento e estruturação da base de dados cartográfica e alfanumérica.

Estruturada a coleção de dados, eles são trabalhados na forma de mapas temáticos ou planos de informação que retratam superfícies potenciais de distribuição da variável. Os planos de informação podem ser armazenados em formato vetorial ou matricial, mas há fortes tendências para o predomínio das operações dos modelos em formatos matriciais (*raster*). A questão se justifica pela relação de topologia implícita ao processo matricial, o que não só otimiza o cruzamento de dados, como também é condição *sine qua non* em alguns modelos.

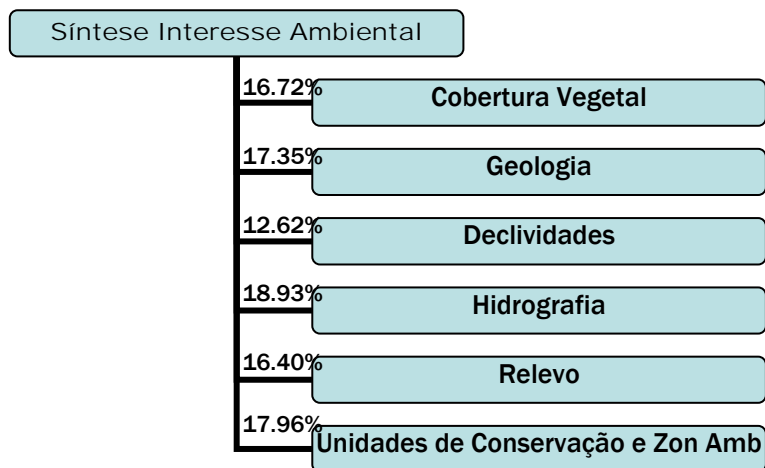
Devem ser organizadas camadas de informação na forma de mapas temáticos, e elas devem ser convertidas para formato matricial com controle do tamanho da unidade territorial de integração dos dados, o que significa definição da resolução ou do tamanho do pixel da matriz (FIG 1).



**Figura 1 – Escolha da resolução ou tamanho do pixel da matriz de análise espacial**

Uma vez estruturadas as variáveis em camadas de informação, são propostos modelos de combinação dessas variáveis. Moura (2007, p. 2902) explica a lógica de combinação de variáveis: *“O emprego da Média Ponderada cria um espaço classificatório, ordinal, que pode ser também entendido como uma escala de intervalo. Esse processo pode também ser utilizado em escala nominal, desde que os eventos sejam hierarquizados segundo algum critério de valor. A ponderação deve ser feita por "knowledge driven evaluation", ou seja, por conhecedores dos fenômenos e das variáveis da situação avaliada, ou por "data-driven evaluation" que se refere ao conhecimento prévio de situações semelhantes. Nesse processo, a possibilidade de se ponderar de modo inadequado uma situação é o inverso do número de ponderações atribuídas.”*

A Árvore de Decisões é um fluxograma que demonstra como serão combinadas as variáveis pelo processo de álgebra de mapas. Neste trabalho a álgebra adotada foi de média ponderada, sendo os pesos e notas sugeridos pelos alunos, a partir da problematização da caracterização do que seria uma área degradada e de quais características seriam necessárias ao processo de transformação. A partir das combinações resultantes são elaborados mapas síntese, identificando as áreas mais propícias às intervenções (FIG. 2).



**Figura 2 - Árvore de Decisões no exemplo de estruturação de Síntese de Interesse Ambiental**

## 5. RESULTADOS DA DISCIPLINA

O desenvolvimento dos trabalhos de análise urbana por parte dos alunos, seguido da escolha e problematização da área a sofrer intervenção, gerou uma abordagem interessante quando da elaboração das propostas. Foram incorporados de maneira explícita os aspectos identificados na primeira etapa da disciplina, permitindo que as discussões se aprofundassem e se referenciassem em critérios mais bem delimitados no contexto do desenvolvimento do projeto. Podemos destacar dois aspectos onde a relação entre os níveis de análise ficou bem delimitada.

*Inserção da análise do contexto, através da percepção da disponibilidade de equipamentos urbanos, resultando na definição mais clara e consistente do programa de necessidades.*

A fim de delimitar a demanda de requalificação urbana de áreas específicas do hipercentro e de caracterizar as suas potencialidades, os alunos se propuseram a identificar a presença ou não de certos usos, como habitação e serviços, além de determinar a proximidade de equipamentos específicos de interesse, como supermercados, bancos e outros tipos de comércio que poderiam interferir na caracterização das áreas (FIG. 3). Através destas análises, os alunos se dedicaram na elaboração de programas de necessidades que respondiam às carências identificadas e com potencial de transformação do contexto urbano adjacente.



# COMÉRCIO

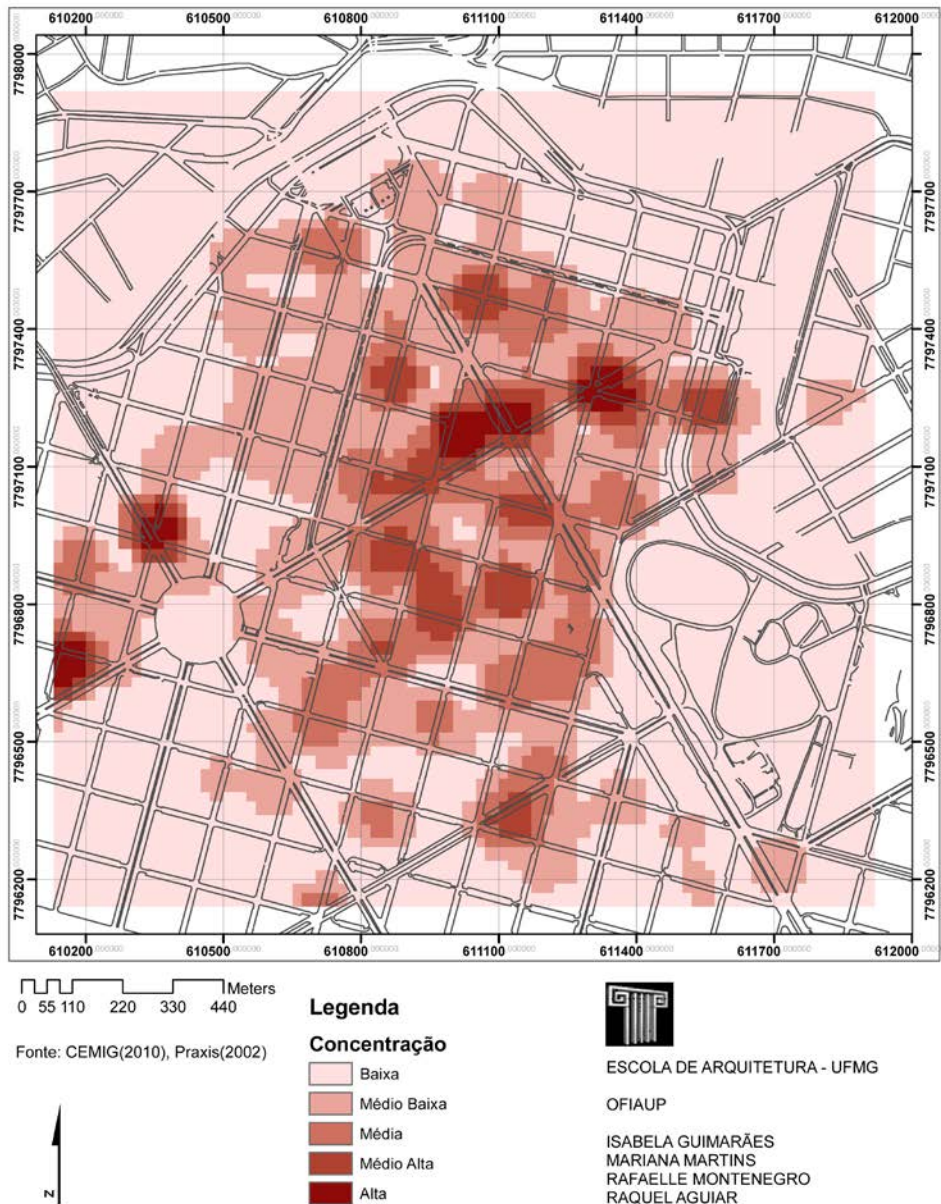


Figura 3– Exemplo de análise espacial sobre disponibilidade de comércio.

*Maior pertinência nas análises de inserção urbana do ponto de vista dos aspectos espaciais, como volumetria, vistas e visadas.*

O contato dos alunos com dados da região ligados às tipologias de ocupação do solo, através de parâmetros como altimetria e estado de conservação das edificações, potencializou os estudos sobre a inserção urbana das propostas em seu contexto imediato. Notou-se que as ferramentas para análises de altimetria, associadas aos critérios de vistas e visadas, foram incorporadas no processo de maneira mais efetiva, auxiliando aos alunos na determinação dos volumes mais

adequados ao contexto e na eliminação de hipóteses cujo impacto seriam mais negativos na construção da paisagem urbana (FIG. 4).

## EXCLUSÃO POR VERTICALIZAÇÃO

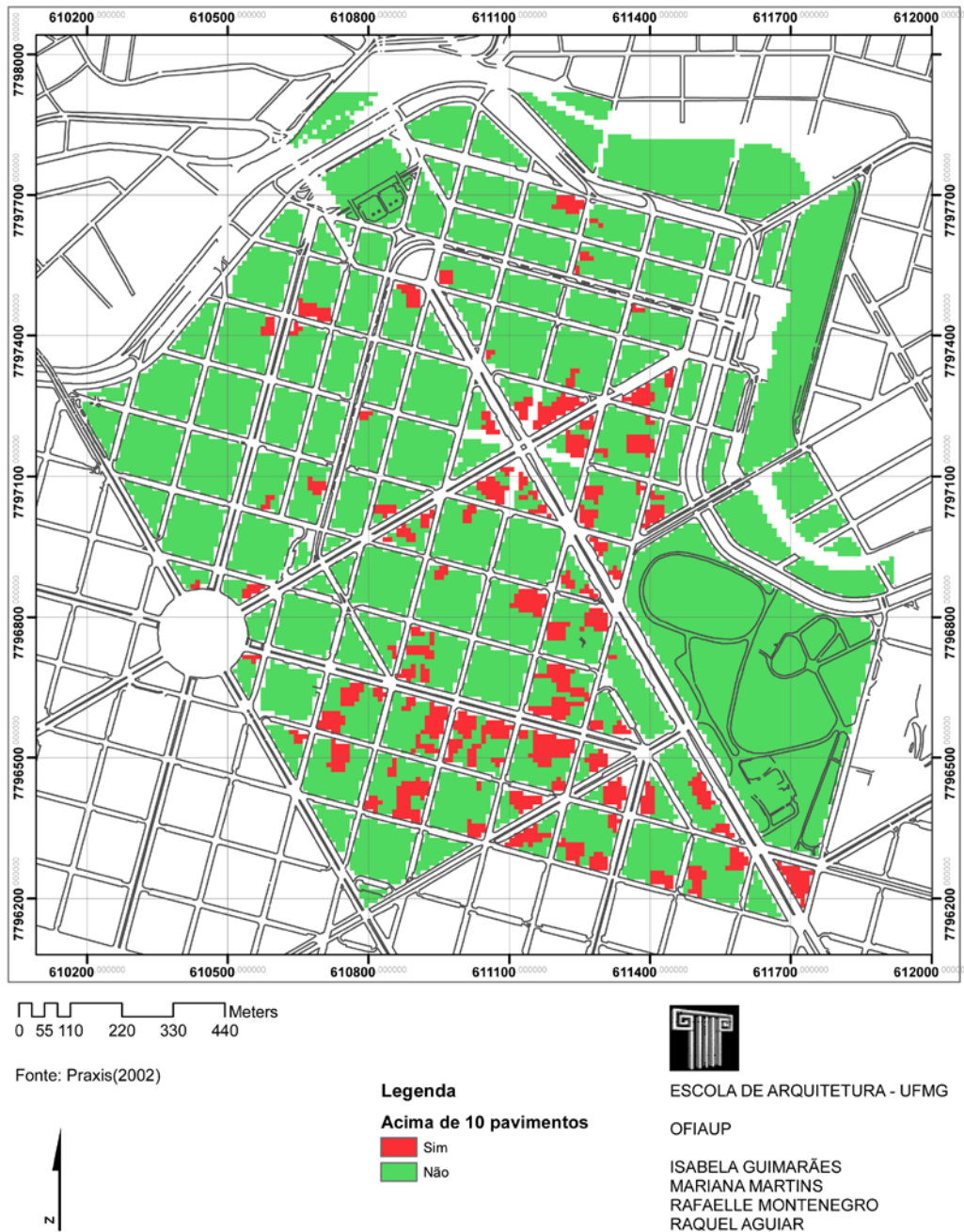


Figura 4– Exemplo de análise espacial para identificação restrições à intervenção.

## 6. Conclusões

Podemos afirmar que a estrutura curricular do curso noturno de Arquitetura e Urbanismo da UFMG aponta um caminho interessante ao se organizar sobre uma estrutura de oficinas que pretende trabalhar dentro de uma visão integrada das diversas dimensões de análise e proposição das transformações espaciais das nossas cidades, estimulando uma prática projetual mais abrangente e capaz de atuar de maneira propositiva em seu contexto. As experiências desenvolvidas até agora na OFIAUP – Problemas de Requalificação de Áreas e Edificações Urbanas se mostraram bem inseridas dentro destes princípios, colhendo resultados que corroboram as premissas apontadas pelo projeto pedagógico do curso.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MOURA, Ana Clara M.: Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano. Belo Horizonte: Ed. da Autora, 2003.

MOURA, Ana Clara M.: Reflexões metodológicas como subsídio para estudos ambientais baseados em Análise de Multicritérios. Anais do XIII Simpósio de Sensoriamento Remoto. Florianópolis, INPE. pp. 2899-2906, 2007.

Projeto Pedagógico do Curso Noturno de Arquitetura e Urbanismo. Belo Horizonte. 2008. Digitado.

VITRÚVIO. Da Arquitetura. Introdução de Júlio Roberto Katinsky. Tradução Marco Aurélio Lagonegro. HUCITEC e FUNDAÇÃO PARA A PESQUISA AMBIENTAL. São Paulo, 1999. Primeiro Livro. P-49.

---

<sup>i</sup> "A ciência do arquiteto é ornada por muitos conhecimentos e saberes variados, pelos critérios da qual [sic] são julgadas todas as obras das demais artes" (VITRÚVIO, 1999: 49).