

## **A produção de informações sobre a ocorrência de áreas antropizadas como base para análises espaciais urbanas e regionais**

Ana Clara Mourão Moura  
Danilo Marques Magalhães

**Escola de Arquitetura, Depto Urbanismo, UFMG**

Rua Paraíba 697, Savassi, Belo Horizonte – MG, CEP 30130-140, [anaclara@ufmg.br](mailto:anaclara@ufmg.br),  
[danzetrindade@yahoo.com.br](mailto:danzetrindade@yahoo.com.br)

### **Resumo**

Trata-se de proposta metodológica de construção de base de dados sobre a ocupação humana no espaço, na forma de manchas de área antropizada, com vistas a dar apoio a processos de planejamento territorial e urbano para o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte. Propõe o aproveitamento de coleção de dados relativa à localização de postes de energia elétrica, caracterizados pelo tipo de uso e número de ligações. A validação da camada de dados e as muitas informações que puderam ser produzidas a partir de sua construção foram realizadas pela comparação das manchas de áreas antropizadas produzidas pelos postes versus a ocorrência de áreas antropizadas obtidas por classificação de imagens de satélite de média resolução (Rapid Eye). A comparação dos produtos obtidos permitiu identificar a vacância na ocupação territorial, a área antropizada de fato ocupada, e a área antropizada caracterizada pela justaposição com a cobertura vegetal.

Palavras chave: Análise espacial, área antropizada, centralidades, planejamento regional, planejamento urbano.

### **Abstract**

This is a methodological proposal to build a database of human occupation in space, in the form of patches of anthropic occupation area, aiming to support the processes of territorial planning and urban Master Plan for Integrated Development of the Metropolitan Region Belo Horizonte. Proposes the use of data collection produced from the location of posts of electric service, characterized by the type of use and number of connections. The validation of the data layer and the stuff that might be produced from its construction were made by comparing the patches of anthropic occupation area produced by posts versus the occurrence of anthropic occupation areas obtained by classification of satellite images of medium resolution (Rapid Eye). The comparison of the results allowed the identification of the vacancy in the land occupation, the area actually occupied by anthropic uses, and anthropic occupation area characterized by the juxtaposition with the vegetation.

Key words: Spatial Analysis, anthropic occupation area, centralities, regional planning, urban planning

## **Introdução**

A produção de base de dados que apóie a estruturação e o real aproveitamento dos recursos dos Sistemas de Informações Geográficas, através de aplicação de modelos de análise espacial, é um desafio enfrentado por todos os pesquisadores que se propõe a utilizar as ferramentas do geoprocessamento.

Um pesquisador, hoje, vê-se às voltas com essa massa de dados a serem manipulados e correlacionados na busca de respostas e há, também, o perigo de que se tornem um labirinto, no qual o encantamento com a nova tecnologia cegue o pesquisador e dificulte, ainda mais, o reconhecimento da saída. Há o risco de se supervalorizar os meios em detrimento dos fins e, nas paredes de um labirinto metodológico, perder-se todo o ganho obtido com a evolução tecnológica.

Segundo Moura (2003) observa-se, hoje, a passagem de uma fase em que a ausência de dados para a análise espacial ditava os caminhos na pesquisa ambiental, para uma nova fase, em que a possibilidade de gestão de quantidade expressiva de dados não significa, exatamente, ganho de informação. Hoje migramos da dificuldade em obter dados para o excesso de dados, exigindo do pesquisador boa base conceitual e metodológica para organizá-los e tratá-los, para que os produtos gerados realmente sirvam de subsídios para intervenções positivas na realidade espacial. Há sim, expressiva coleção de dados, mas a maioria ainda sem condições de ser efetivamente aproveitado em modelos de análise espacial.

A ausência de dados pode ser comparada ao deserto e à necessidade de se trabalhar com inspeções pontuais e, a partir delas, propor generalizações espaciais. O momento atual pode ser comparado ao labirinto, pois já é possível obter dados com varreduras da superfície da Terra, ponto a ponto, proporcionadas por técnicas de sensoriamento remoto, e gerar sínteses e caracterizações espaciais.

No final do milênio, foram desenvolvidas etapas iniciais de um projeto de dimensões, literalmente, *mundiais*: o “*Digital Earth*”, lançado pelo vice-presidente dos Estados Unidos, Al Gore. Segundo Xavier-da-Silva (1999c, p.1) trata-se do desafio de gerar um “Modelo Digital do Ambiente”, no qual seria possível navegar em busca de informações e, a partir delas, promover amplo desenvolvimento científico, permitido pelo melhor conhecimento da realidade. É o processo de varredura ambiental levado a escalas espaciais de “*multi-resolution, three-dimensional representation of the planet, into which we can embed vast*

*quantities of geo-referenced data*” (AL GORE, 1998, p.1).

Em discurso proferido na *California Science Center*, em 31 de janeiro de 1998, Al Gore declara:

*“A new wave of technological innovation is allowing us to capture, store, process and display an unprecedented amount of information about our planet and a wide variety of environmental and cultural phenomena. Much of this information will be “georeferenced” - that is, it will refer to some specific place on the Earth’s surface. The hard part of taking advantage of this flood of geospatial information will be making sense of it - turning raw data into understandable information. Today, we often find that we have more information than we know what to do with.” (op.cit., p.1)*

A idéia é organizar o potencial de dados já existente e torná-lo acessível à comunidade mundial. Objetiva-se gerar um “laboratório sem paredes” para pesquisadores em busca da compreensão das complexas interações entre humanidade e meio ambiente.

Uma quantidade de dados nunca antes disponível já é representada pelas imagens de alta resolução. A questão é: sem os devidos cuidados com *processos metodológicos* para a manuseio e a exploração dos dados, pode-se cair na situação do labirinto, pois o excesso de informação é tão dramático como a falta dela. São o labirinto e o deserto, situações antagônicas. O excesso de informação, se não enfrentado de modo correto, pode levar a conclusões pouco sustentáveis, regidas essencialmente pelo aparato técnico.

Outra questão importante é: a que custo? As novas tecnologias de mapeamento do modelo digital da superfície por nuvens de ponto resultantes de captura laser, para citar uma entre uma coleção de novas fontes de dados, encantam o usuário com suas perspectivas de aplicação, mas a custos talvez não acessíveis a muitos projetos.

Assim, o presente artigo visa apresentar um roteiro metodológico desenvolvido para a produção de uma coleção de dados que dão subsídios à construção de informações relativas à mancha de ocupação antrópica na Região Metropolitana de Belo Horizonte. As ações aconteceram em função das necessidades do PDDI – Plano de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte, em desenvolvimento no ano de 2010 pela UFMG e para o qual o Laboratório de Geoprocessamento da Escola de Arquitetura foi responsável pela estruturação da base de dados cartográfica e pelo desenvolvimento de metodologias de análises espaciais com o apoio do geoprocessamento.

### **Metodologia – a construção da base cartográfica de manchas urbanas**

A elaboração do mapeamento de manchas urbanas em escala regional, como o necessário para o trabalho aqui apresentado, é classicamente realizado através de processamento digital de imagens de satélite de média resolução ou de vetorização a partir de imagens de melhor resolução. Os estudos foram iniciados testando essas fontes e os resultados que poderiam ser obtidos. Contudo, para estudo de uso e ocupação do solo, crescimento das manchas urbanas, cálculo de métricas das formas da ocupação, entre outros, seria necessário obter representações espaciais capazes de identificar as nuances de suas morfologias, tais como os braços de eixos, as formas conformadas pelos agrupamentos, enfim: um nível mais bem detalhado que o promovido pela generalização das classificações de imagens de satélite.

Assim, a proposta foi a de criar uma metodologia de aproveitamento de dados pontuais a partir de postes de energia elétrica da CEMIG (Companhia Energética de Minas Gerais) e explorar suas potencialidades para agregar condições de interpretação da ocupação humana no espaço a partir dos dados. A coleção de dados pontuais de postes e seus atributos de uso fazem parte do Projeto GEMINI da CEMIG, aos quais aplicamos modelos de transformação de dados pontuais em manchas de agrupamento do serviço, o que conforma a mancha antropizada na área de estudo, ou seja: a representação mais próxima da real mancha de ocupação urbana que se pode obter (Figuras 1 a 4).

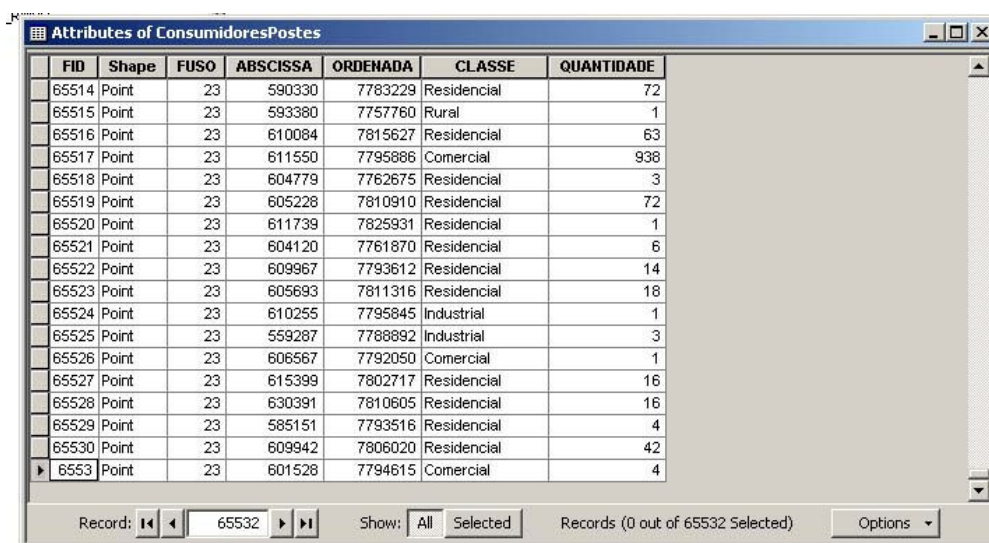
O argumento se baseia no fato de que o serviço de energia elétrica em Minas Gerais é muito bem distribuído, chegando onde há ocupação humana do território, independente de ser área rural ou urbana. Destaca-se que a área de estudo se localiza na Região Metropolitana de Belo Horizonte, aonde chega eletrificação em praticamente 100% de onde há ocupação humana. O banco de dados de poste separa o serviço em área rural e urbana, o que nos permitiu fazer a mancha da área antropizada total, a área antropizada em espaço rural e a área antropizada em espaço urbano.



Figura 1 – Nuvem de pontos de postes de fornecimento de energia elétrica na RMBH - Projeto GEMINI – CEMIG.



Figura 2 – Detalhe da nuvem de pontos de postes de fornecimento de energia elétrica na RMBH - Projeto GEMINI – CEMIG.



FID	Shape	FUSO	ABSCISSA	ORDENADA	CLASSE	QUANTIDADE
65514	Point	23	590330	7783229	Residencial	72
65515	Point	23	593380	7757760	Rural	1
65516	Point	23	610084	7815627	Residencial	63
65517	Point	23	611550	7795886	Comercial	938
65518	Point	23	604779	7762675	Residencial	3
65519	Point	23	605228	7810910	Residencial	72
65520	Point	23	611739	7825931	Residencial	1
65521	Point	23	604120	7761870	Residencial	6
65522	Point	23	609967	7793612	Residencial	14
65523	Point	23	605693	7811316	Residencial	18
65524	Point	23	610255	7795845	Industrial	1
65525	Point	23	559287	7788892	Industrial	3
65526	Point	23	606567	7792050	Comercial	1
65527	Point	23	615399	7802717	Residencial	16
65528	Point	23	630391	7810605	Residencial	16
65529	Point	23	585151	7793516	Residencial	4
65530	Point	23	609942	7806020	Residencial	42
65531	Point	23	601528	7794615	Comercial	4

Figura 3 – Detalhe da base de dados alfanumérica associada aos postes, contendo informações relativas ao tipo de uso (uso rural, residencial, comercial, industrial, público, entre outros); assim como a quantidade de ligações, por tipo de ligação, por poste.

A partir da nuvem de postes foram aplicados buffers para definição das áreas de influência de cada poste, definindo assim uma mancha de distribuição do serviço. Foram utilizados buffers de 50 e de 100 metros, definindo assim uma área de alcance máximo para a influência do poste (Figura 4). Como a escala de trabalho era a região metropolitana, observou-se que a mancha resultante da soma dos buffers de 100 metros de cada poste era bastante adequada às investigações (Figura 5). Mapeada a mancha, realizou-se então procedimento de filtragem do resultado, para se trabalhar apenas com áreas maiores que a influência de um único poste isolado, e concentrar os cálculos, métricas e observações nos aglomerados da ocupação antrópica (Figura 6).

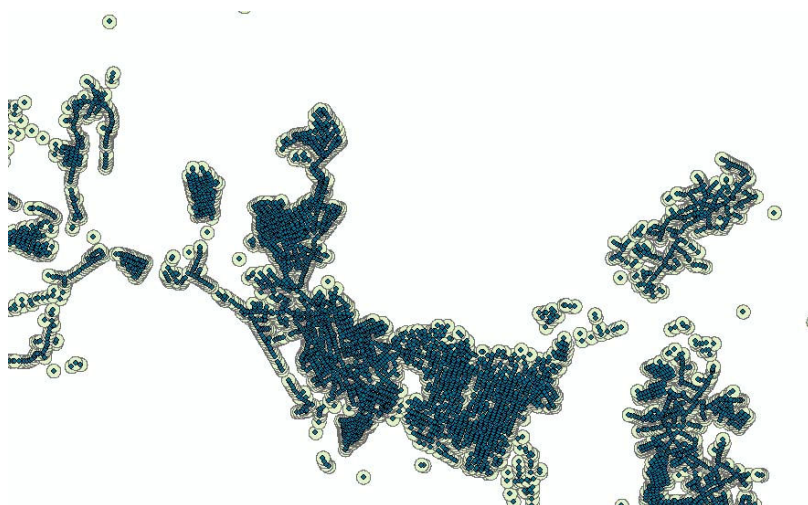


Figura 4 – Postes de energia elétrica e buffers de 100 metros a partir de cada ponto



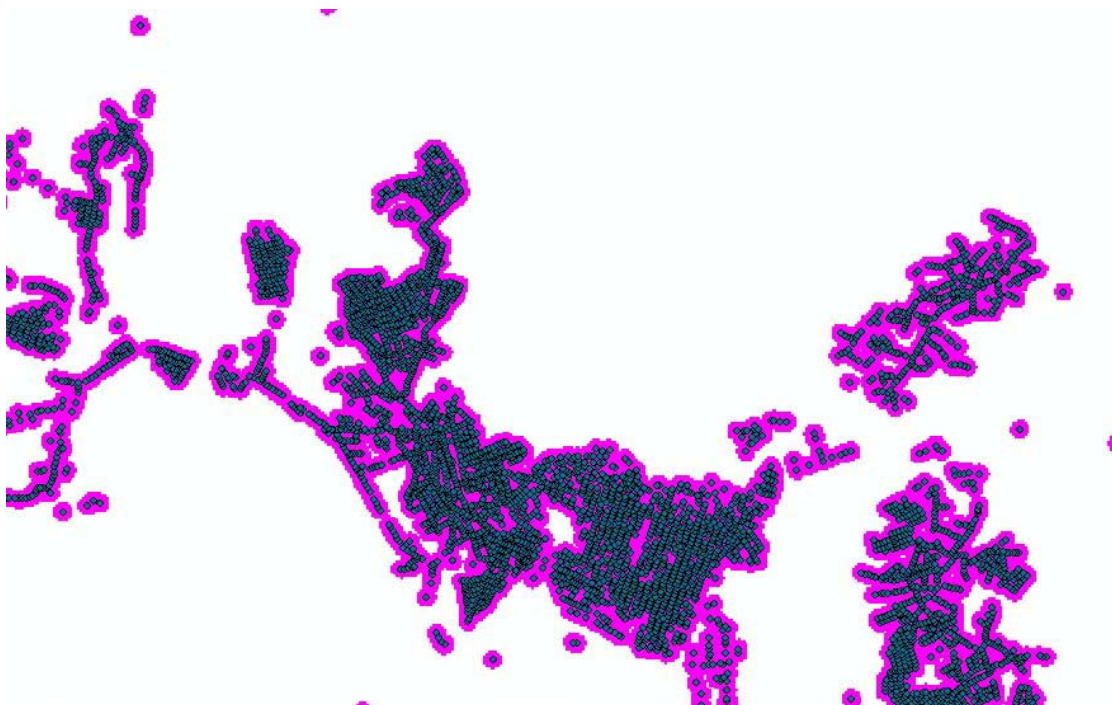


Figura 5 – Postes de energia elétrica e manchas de área de influência do serviço, formando a área antropizada.

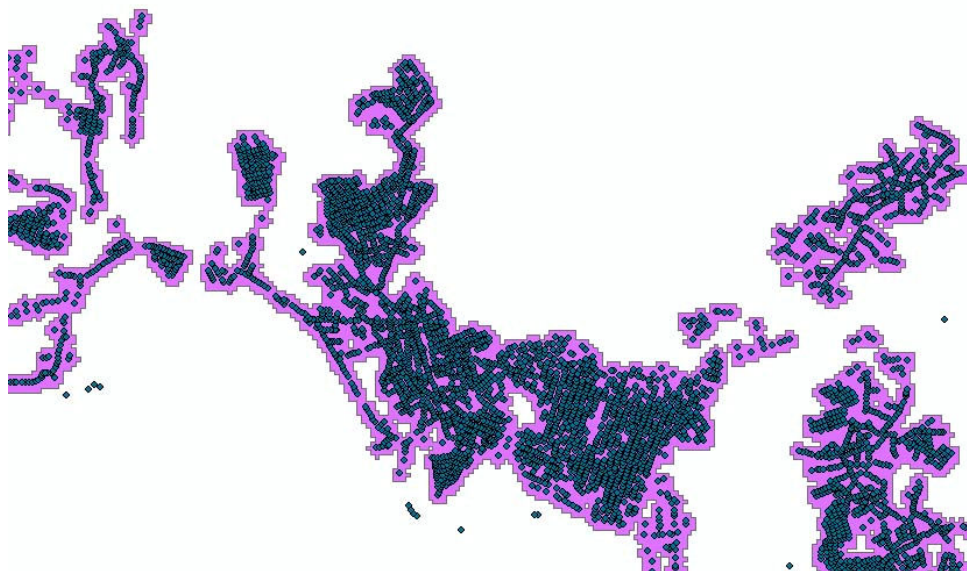


Figura 6 – Postes de energia elétrica e manchas de área de influência, reduzidas para retirada das manchas de poste isolado, visando destaque das áreas aglomeradas da ocupação antrópica.

### **Resultados obtidos - mancha de área antropizada e análises espaciais**

A mancha gerada foi base do mapeamento da área antropizada na RMBH, partindo-se do pressuposto de que nesta região onde há ocupação há, certamente, energia elétrica (Figura 7). Os dados nos permitiram mapear separadamente e conjuntamente ocupação antrópica rural, urbana, e na ocupação urbana a distribuição dos tipos de uso.

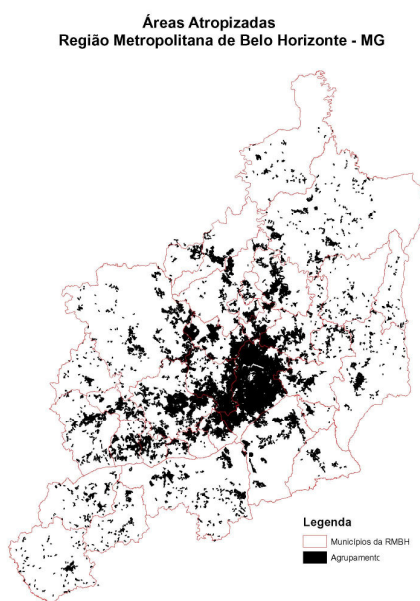


Figura 7 – Manchas urbanas na área de estudo

Muitas foram as aplicações dos resultados obtidos, entre os quais citamos o trabalho do grupo MOM (Morar de Outras Maneiras) da Escola de Arquitetura, que partiu dessa espacialização para o estudo mais detalhado da vacância imobiliária na região. A equipe do Laboratório de Geoprocessamento da mesma escola elaborou o estudo de vacância da ocupação territorial, em escala menos detalhada que a domiciliar.

Uma forma que o estudo permite a identificação da vacância territorial é o comparativo da mancha antropizada a partir dos postes com a mancha de área antropizada obtida por classificação de imagens de satélite. Onde a classificação da imagem indica área urbana ou antropizada e não há manchas de poste, isto significa que houve alteração da paisagem através de implantação de novas glebas ou de solo exposto, mas isto não foi seguido



de implantação de energia elétrica. Na RMBH este tipo de combinação significa vacância na ocupação, uma vez que onde há pessoas há luz.

A imagem de satélite classificada para os estudos foi a Rapid Eye, resolução de 5 metros. A classificação por processamento digital das imagens Rapid Eye se mostraram particularmente interessantes para a identificação de padrões de cobertura vegetal (vegetação rasteira, arbustiva e arbórea), inclusive em manchas de vegetação de área intra-urbana; assim como para a identificação de áreas antropizadas, caracterizadas por ocupação urbana e solo exposto (Figuras 8 e 9).

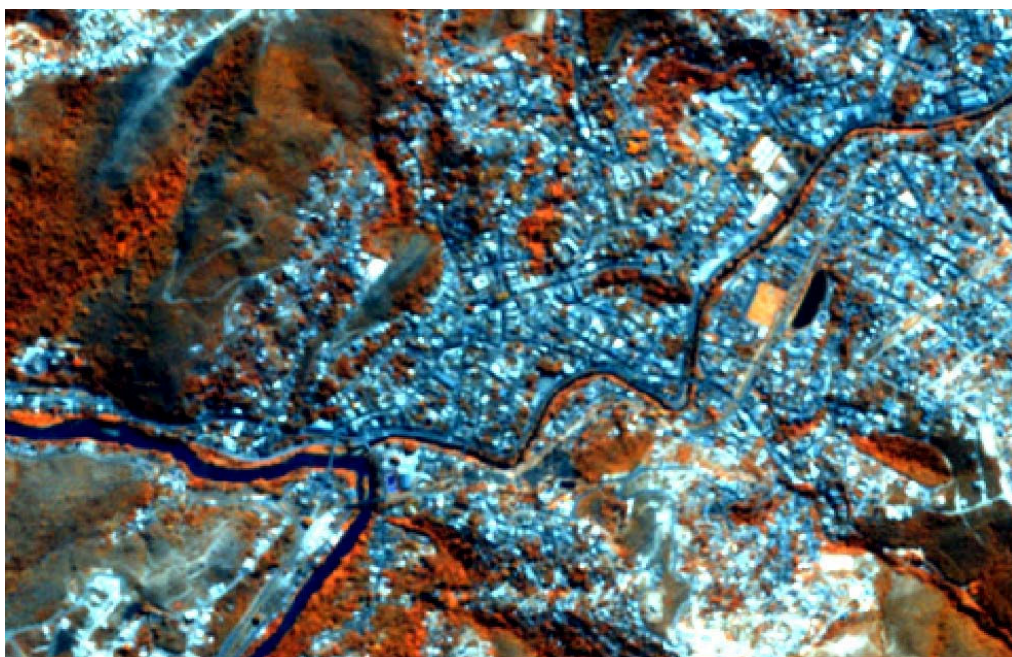


Figura 8 – Ocupação antrópica – mancha urbana – Imagem Rapid Eye composição 456-BGR

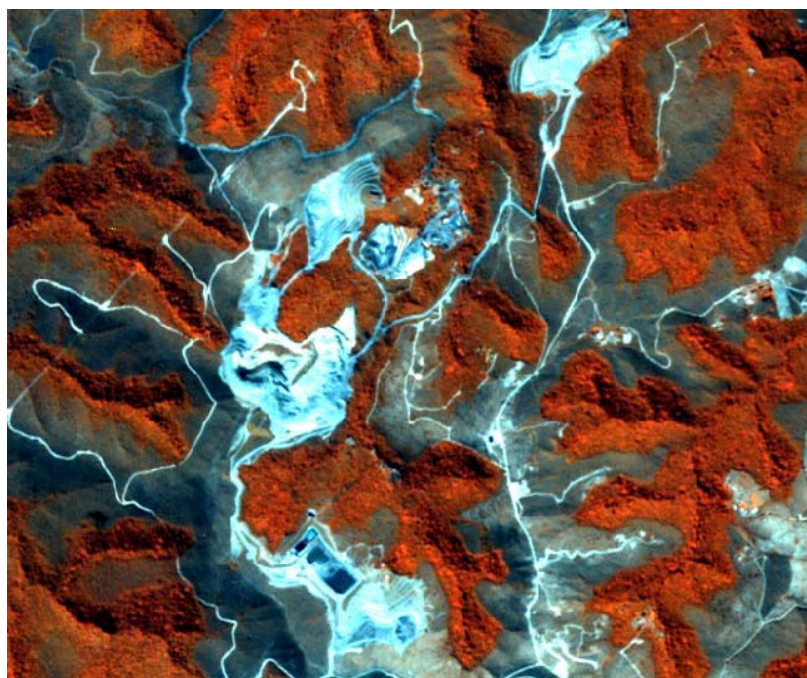


Figura 9 – Ocupação antrópica – solo exposto - Imagem Rapid Eye composição 456-BGR

Na Figura 10 é possível observar com clareza que as duas áreas em questão (mancha de área antropizada por agrupamento dos postes e mancha de área antropizada na imagem de satélite) são coincidentes, ou seja, a resposta para a metodologia aplicada no aproveitamento das informações por postes foi satisfatória. As figuras subsequentes são aproximações que mostram que essa metodologia fornece outras informações importantes.



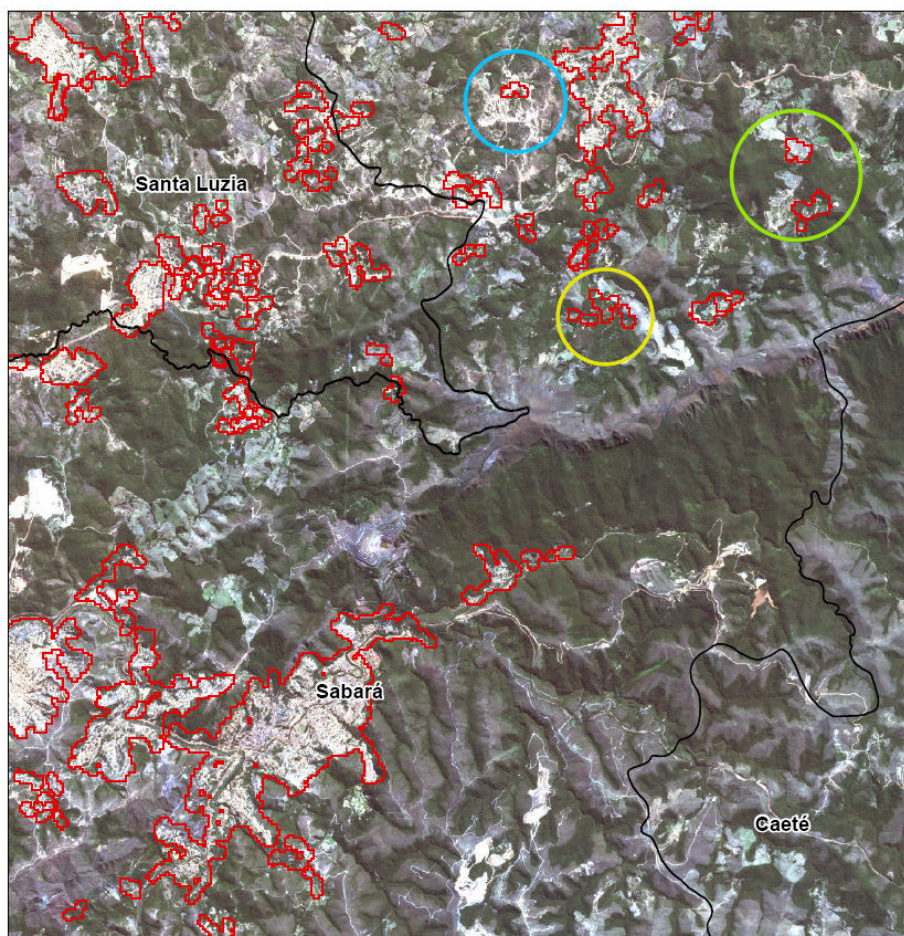


Figura 10 – Imagem Rapid Eye 2009 e manchas de Áreas Antropizadas gerada pelo agrupamento de postes (em vermelho). Composição 123-BGR.

Observa-se que as Áreas Antropizadas, além de estarem de acordo com o uso do solo observado na imagem de satélite, facilitam a compreensão do mesmo. Na Figura 11 é apresentada uma área que visualmente poderia ser classificada como região de vegetação densa, de vegetação rasteira e de solo exposto. Porém, a densidade de postes da CEMIG presentes ali leva a entender que existe uma concentração de pessoas e de atividades humanas nessa área. Dessa maneira, as informações geradas a partir de uma fonte de dados confiável podem ser determinantes na hora de inferir sobre o uso e ocupação do solo nessa área.

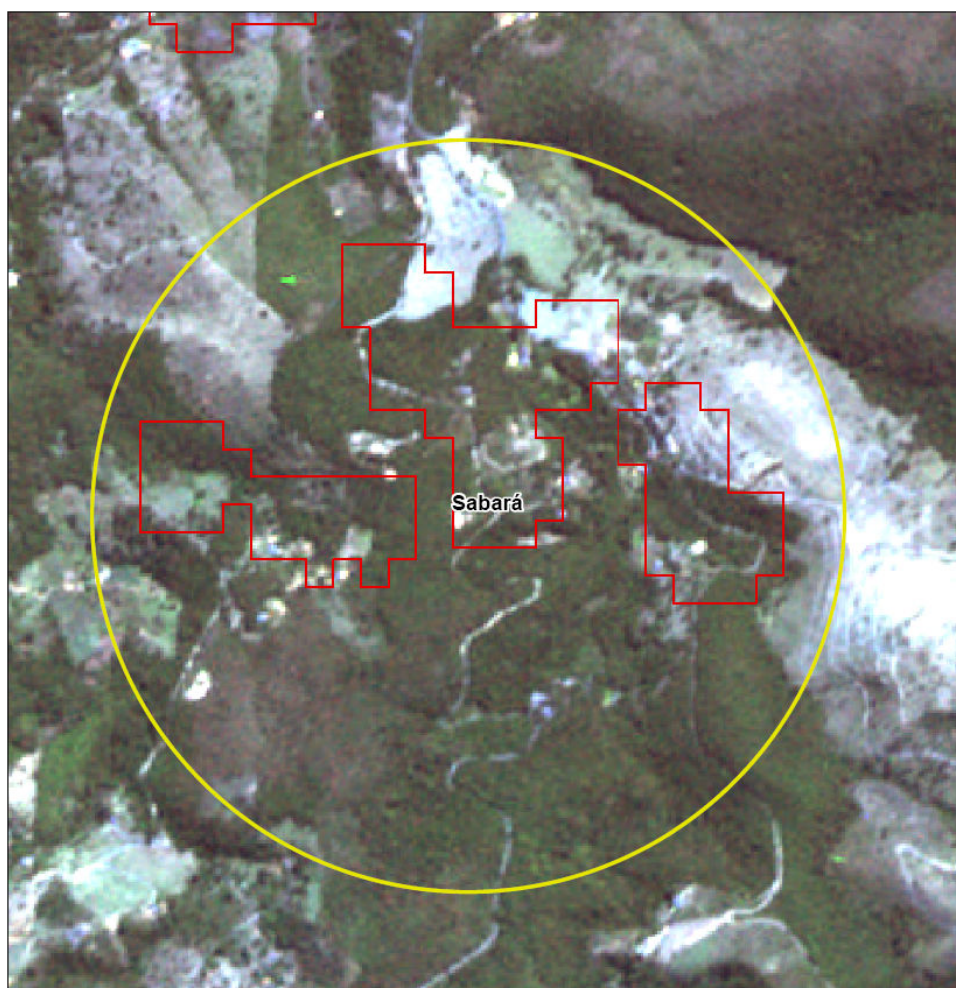


Figura 11 – Zona rural de Sabará – MG na imagem Rapid Eye composição 123-BGR

Outra dúvida quanto à interpretação da imagem de satélite que pôde ser sanada a partir da comparação com as Áreas Antropizadas está exemplificada na Figura 12. Nesta área são vistas manchas de solo exposto, aparentemente pela abertura de novas vias, onde dificilmente seria localizada a concentração das atividades e ocupação humana. É certo interpretar que toda a área sofre influência das atividades humanas, porém pela concentração de postes observa-se que há um núcleo bem definido onde se concentram as ocupações e atividades.



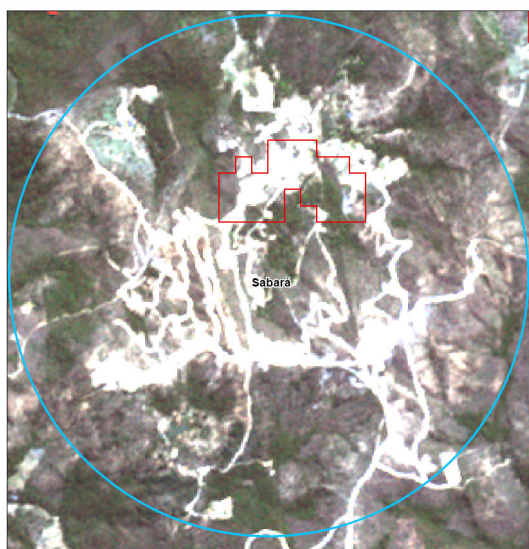


Figura 12 – Solo exposto e área antropizada - imagem Rapid Eye composição 123-BGR

Essa metodologia se mostrou eficaz para determinação de manchas de ocupação humana tanto para os grandes centros urbanos quanto para as zonas rurais da RMBH. Esses dados são constantemente atualizados pela CEMIG, por isso as Áreas Antropizadas geradas contemplam, também, zonas onde vêm ocorrendo uma expansão urbana recente, como Sabará. É importante ressaltar a confiabilidade da fonte dos dados e a precisão dos mesmos no que diz respeito ao uso e ocupação do solo pelas atividades humanas (Figura 13).

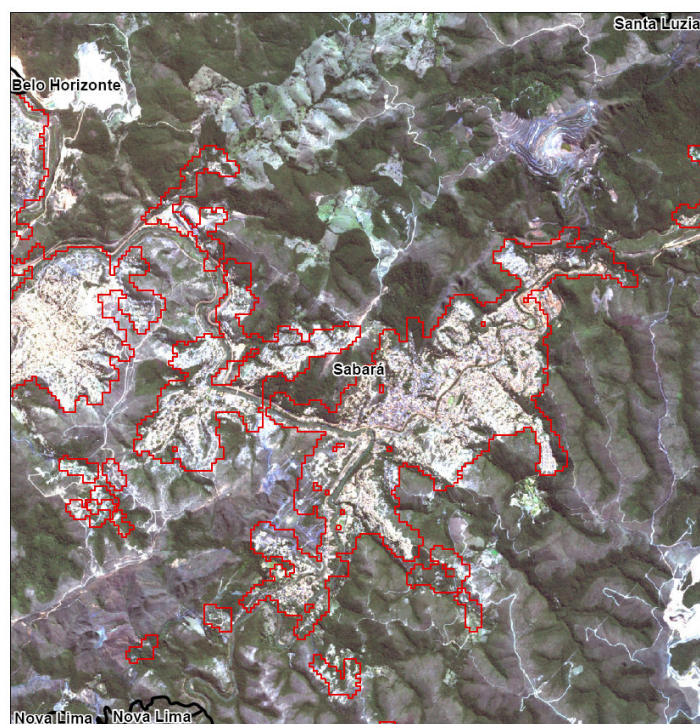


Figura 13 – Limite da mancha urbana coincidente com as Áreas Antropizadas – Imagem Rapid Eye composição 123-BGR.



## **Conclusões**

Muitas abordagens nos estudos da Região Metropolitana de Belo Horizonte têm sido construídas a partir da coleção de dados dos postes, tanto através da avaliação das manchas de áreas antropizadas como do arranjo espacial da distribuição dos postes.

Um dos estudos é o cálculo de métricas da paisagem que identificam características, potencialidades e limitações dos aglomerados de ocupação humana no território segundo seus fatores de forma. Trata-se de estudo exploratório de aplicação de recursos de mensuração, espacialização e interpretação de métricas da paisagem para ocupações urbanas. O objetivo é identificar e caracterizar os fragmentos da paisagem composta pelas manchas urbanas segundo seus fatores de efeitos de borda, área nuclear (*core*), tamanho, forma e grau de isolamento dos fragmentos. Os estudos visam verificar se as métricas auxiliam para se identificar características do grau de estabilidade e dinâmica das manchas urbanas, grau de influência entre as manchas segundo mensurações de distâncias e conectividade, grau de isolamento e de heterogeneidade das manchas em função das métricas de área núcleo e relação perímetro-área, entre outras avaliações. É em estudo exploratório que resulta em algumas previsões de transformação espaciais urbanas, com vistas a motivar interesses sobre o tema. O estudo foi apresentado no ENABER 2010 (Moura, 2010). A Figura 14 ilustra uma das análises apresentadas, as condições de influenciar e ser influenciado no território.

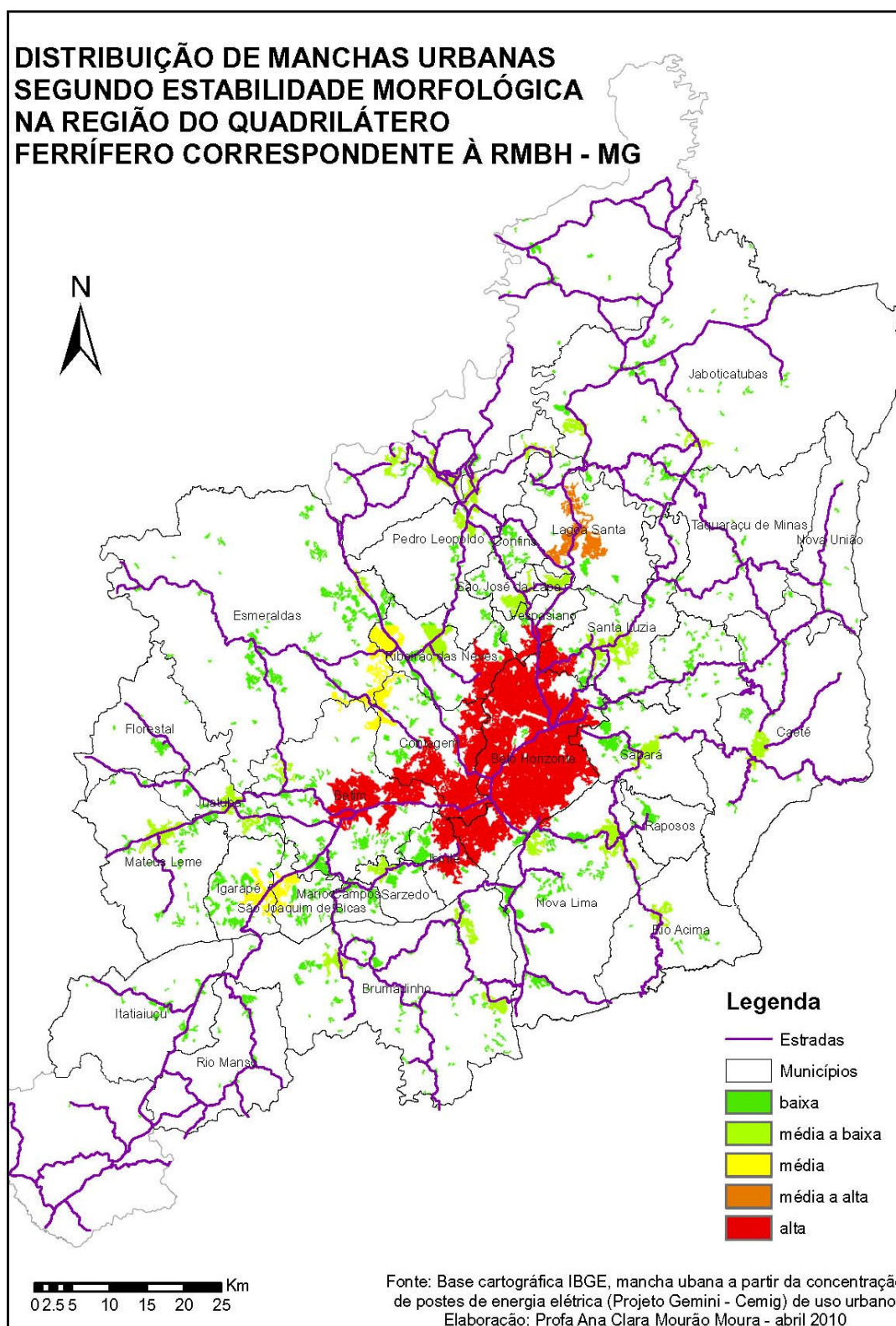


Figura 14 – exemplo de aplicação de métrica da paisagem - condições de influenciar e ser influenciado no território.

Outra análise territorial realizada a partir do estudo das distribuições espaciais dos postes foi a superfície de densidade de Kernel, simples e ponderada. A densidade de Kernel simples indica as áreas de concentração de postes, o que é um indicativo muito expressivo na localização de centralidades da ocupação territorial, sobretudo quando se separa, como foi o caso, os postes que atendem a atividades de comércio e indústria (Figura 15). A densidade de Kernel ponderada mapeia as áreas de concentração de postes, mas com destaque para a concentração dos postes que apresentam maior número de ligações, sendo o resultado a identificação das principais atividades de comércio e indústria no território (Figura 16).

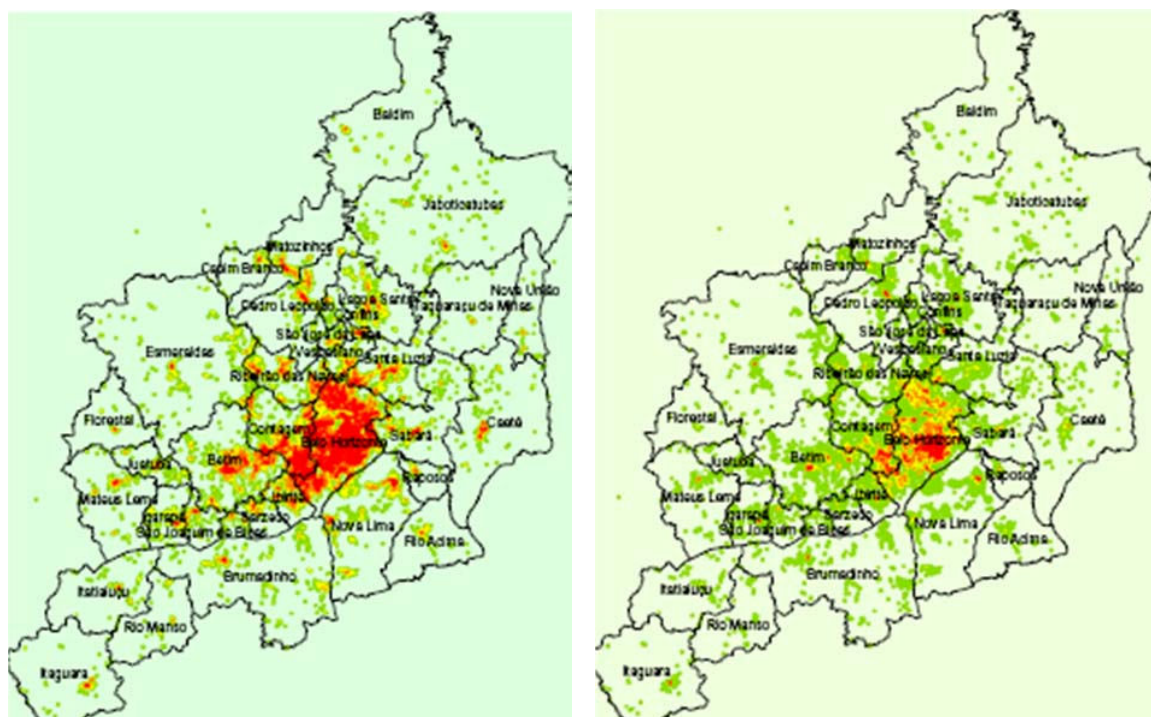


Figura 15 – Kernel por concentração de postes e Figura 16 – Kernel ponderado por número de ligações no poste.

O Laboratório de Geoprocessamento da Escola de Arquitetura da UFMG está se empenhando na exploração das fontes de dados aqui abordadas, a coleção de postes e as imagens Rapid Eye, para dar apoio às decisões do PDDI – Plano Diretor Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte, com destaque para as informações relativas à formação de centralidades. O estudo das centralidades faz parte da abordagem sobre a acessibilidade e fluxos de deslocamento e interação entre as manchas de ocupação do território, cujas investigações poderão ser acompanhadas nas publicações do Laboratório:

[http://www.arq.ufmg.br/Laboratorio\\_Geo/](http://www.arq.ufmg.br/Laboratorio_Geo/)

MOURA, Ana Clara M. MAGALHÃES, Danilo Marques. **A produção de informações sobre a ocorrência de áreas antropizadas como base para análises espaciais urbanas e regionais**. Simpósio Integrado de Geotecnologias do Cone Sul – SIG-SUL 2010. Unisalle, Porto Alegre, 4 a 7 de outubro de 2010. 16 p.  
<http://www.unilasalle.edu.br/canoas/pagina.php?id=3183>

### Agradecimentos

Agradecemos à valiosa colaboração da CEMIG, pela concessão de dados do projeto GEMINI para as investigações do PDDI.

### Referências Bibliográficas:

Al GORE. *The Digital Earth: understanding our planet in the 21<sup>st</sup> Century*. 31 de janeiro, 1998. California Science Center, Los Angeles. Disponível na Internet via <http://www.digitalearth.gov/vision.html>. Consultado em 2000.

MOURA, Ana Clara M. *Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano*. 2<sup>a</sup>. ed. Belo Horizonte: Ed. da autora, 2005.

MOURA, Ana Clara M. *Estudo exploratório de aplicação de métricas de paisagem na caracterização da dinâmica de transformação regional – potenciais de transformação das manchas urbanas*. Anais VIII Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos - ENABER, Juiz de Fora, Brasil, 8-10 set 2010, UFJF.