

Influência das sedes municipais e rodovias no desmatamento da Bacia do Mucuri (MG) a partir de imagens Cbers 2¹

Justine Bueno²

Alfredo Costa²

Miguel Fernandes Felipe²

² Universidade Federal de Minas Gerais – IGC/UFMG

Av. Antônio Carlos, 6627 – 31270-901 – Belo Horizonte, MG Brasil

jugeobueno@yahoo.com.br; alfredo.ufmg@yahoo.com.br; felippegeo@yahoo.com.br

Abstract. The deforestation is the first step in almost all actions in the space. In the Mucuri River Basin (Northeast of Minas Gerais, Brazil) the historical and actual processes of occupation resulted in the replace of the rainforest by pasture. It is believed that only 20% of the Basin area is nowadays covered by remaining native vegetation. Nevertheless, the distribution of the forest fragments is not homogeneous, besides there were priority areas of de deforestation. As vectors of occupation and transformation of the space, the urban centers and the roads are also priority ways of the deforestation. This paper aims to compare the forest coverage in the whole Mucuri River Basin, with the forest coverage in the neighborhood of the urban centers and of the roads in that same Basin. The results show that the percentage of forests increases significantly with the distance to urban center and to roads. Moreover, the influence of the urban centers in the deforestation is seems to be higher than the influence of roads. The methodological procedures were the manual interpretation of the images Cbers-2, mapping the remaining forests. Also, buffers of 50, 100, 250, 500, 1.000, 2.500, and 5.000 meters were made to verify the forest coverage in each one. The statistics were calculated and the data systematized to allow the comparison between the urban centers and the roads influence in the deforestation with the whole Basin coverage.

Palavras-chave: forestall coverage, buffer, remote sensing; cobertura florestal, buffer, sensoriamento remoto.

1. Introdução

O desflorestamento é um processo característico das ocupações humanas no espaço (Christofoletti, 1995; Guerra e Marçal, 2006). Os efeitos da construção de estradas e da expansão de cidades sobre a vegetação nativa podem se dar de diversas maneiras, todas com impactos patentes no meio. Ambos (estradas e cidades) configuram-se como vetores de desflorestamento (Soares-Filho, 2005; Garcia, 2006; Freire e Ballester, 2007).

A vegetação é um elemento de primeira importância do quadro natural, e contribui sobremaneira para a manutenção da vida na Terra. É essencial para manutenção do ciclo hidrológico, além de participar ativamente da dinâmica dos processos geomorfológicos e pedogenéticos e ser importante indicador de qualidade ambiental (Thornes, 1990).

A bacia do rio Mucuri (nordeste do estado de Minas Gerais), coberta originalmente por Florestas Estacionais (IBGE, 2004), sofreu, ao longo de sua história, diversas intervenções no que diz respeito aos usos do solo, que vão desde a secular pecuária extensiva (Duarte, 2002), passando pela agricultura de subsistência e pelos atuais avanços da agroindústria, da malha viária e da rede urbana.

Neste sentido, o trabalho objetiva verificar, a partir da análise de *buffers*, a influência das sedes municipais e principais rodovias no desmatamento na bacia do Mucuri, na perspectiva de confirmar ou refutar a hipótese de que estas tendem a ser vetores de desmatamento.

¹ O Instituto de Geociências Aplicadas, vinculado à Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior do Governo de Minas Gerais, com o patrocínio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), é o responsável pela execução do projeto endogovernamental: “Diagnóstico Socioambiental da Bacia do Mucuri em Minas Gerais: geohistória, (re)estruturações espaciais, desenvolvimento humano e econômico” – DEG 2338/07.

2. Procedimentos Metodológicos

O sensoriamento remoto foi a principal metodologia utilizada com o objetivo de se efetuar o mapeamento dos remanescentes florestais. A plataforma digital contou com os *softwares* de geoprocessamento ArcGIS 9.0 e MapInfo 8.0, e com o apoio do *software* livre *Google Earth*. Para o tratamento estatístico e a elaboração de gráficos empregou-se o *software* Microsoft Excel 2003.

A seleção e aquisição de imagens foi feita junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE em seu sítio da Internet. A escolha respeitou alguns critérios tais como a abrangência de toda a bacia do Mucuri, imagens recentes até a data da pesquisa referente ao mês de julho de 2008, e com menor interferência atmosférica. Deste modo, utilizou-se as seguintes imagens do Cbers-2:

- ⇒ Órbita/ponto: 150/120, de 22/06/2008;
- ⇒ Órbita/ponto: 150/119, de 22/06/2008;
- ⇒ Órbita/ponto: 149/120, de 19/06/2008;
- ⇒ Órbita/ponto: 149/120, de 19/06/2008.

Alguns testes foram aplicados com o intuito de se obter o melhor resultado de visualização dos remanescentes florestais. Para tanto foi escolhida a banda 2 (0,52 a 0,59 micrômetros) em que as matas foram melhor observadas.

Logo, foi providenciado o tratamento das imagens, objetivando-se maior nitidez de visualização dos alvos, assim como a diminuição da interferência da atmosfera. Elaborou-se a alteração nos histogramas pelo método do desvio padrão, calculado, na maioria das imagens para duas vezes o desvio, o que aumentou o contraste dos alvos.

As imagens já são obtidas georreferenciadas, entretanto em uma escala inadequada para o objetivo da pesquisa. Consequentemente foi necessário efetuar um novo procedimento de georreferenciamento, a partir das bases cartográficas digitais da Agência Nacional das Águas - ANA, estas obtidas em seu sítio da Internet. Os pontos de amarração, baseados na hidrografia, foram escolhidos, encontrando-se espalhados por toda bacia, buscou-se principalmente a confluência dos rios.

Posteriormente iniciou-se a vetorização manual dos remanescentes florestais no *software* ArcGIS 9.0. Este procedimento foi escolhido principalmente em função das classificações automáticas e semi-automáticas ocasionarem em alguns erros de interpretação.

Os remanescentes florestais, vetorizados individualmente, foram identificados pela cor, textura e forma. As matas configuravam-se escuras, com textura áspera apresentando ligeiras rugosidades, e demonstrando um padrão heterogêneo de dossel, sua forma, entretanto não era bem definida.

Ao efetuar a vetorização, diversas dúvidas surgiram, principalmente pela difícil distinção entre os remanescentes florestais e a silvicultura de eucalipto, em função da cor semelhante de ambos nas imagens, sendo a silvicultura de eucalipto um pouco mais escura. Para tanto, a textura e a forma foram os elementos que mais possibilitaram a melhor identificação. Associado a estes procedimentos o *software* *Google Earth* foi utilizado como apoio para a identificação dos elementos que apresentaram maiores questionamentos. Para a confirmação do mapeamento foram feitos dois trabalhos de campo na bacia do Mucuri, em que as maiores dúvidas foram verificadas *in loco*, além disso, foram coletados no campo pontos representativos de cobertura superficial, deste modo os locais visitados tornaram-se padrão nas imagens de satélite e os alvos similares – cor, textura e forma – foram considerados de mesma cobertura.

Terminado a vetorização, foram criados no *software* ArcGis 9.0 *buffers*, de 50, 100, 250, 500, 1000, 2500 e 5000 metros, relativos às sedes municipais da bacia e às principais rodovias. As bases de rodovias utilizadas foram obtidas no Departamento de Estradas e

Rodagem de Minas Gerais, para tanto foi necessário fazer um pequeno ajuste, para que estas fossem adequadas corretamente às imagens.

Para o procedimento foram utilizadas as ferramentas “*buffer*” e “*clip*” do Arctoolbox do *software* ArcGis 9.0. Em seguida foi feito o cruzamento dos *buffers* de sedes e rodovias com as áreas de remanescente florestais. Com os resultados obtidos o *clip* das áreas de remanescentes inseridos dentro de cada distância estudada foi confeccionado. Assim exportaram-se as bases para o *software* MapInfo 8.0 e calculou-se a taxa de cobertura por remanescente em cada *buffer* gerado. Os dados resultantes foram processados no *software* Microsoft Excel 2003, onde o gráfico também foi elaborado. Para representação espacial dos resultados obtidos, foi produzido o mapa da “Representação cartográfica dos *buffers* da bacia do Rio Mucuri” (Mapa 1) também no *software* de geoprocessamento ArcGis 9.0.

3. Resultados e discussões

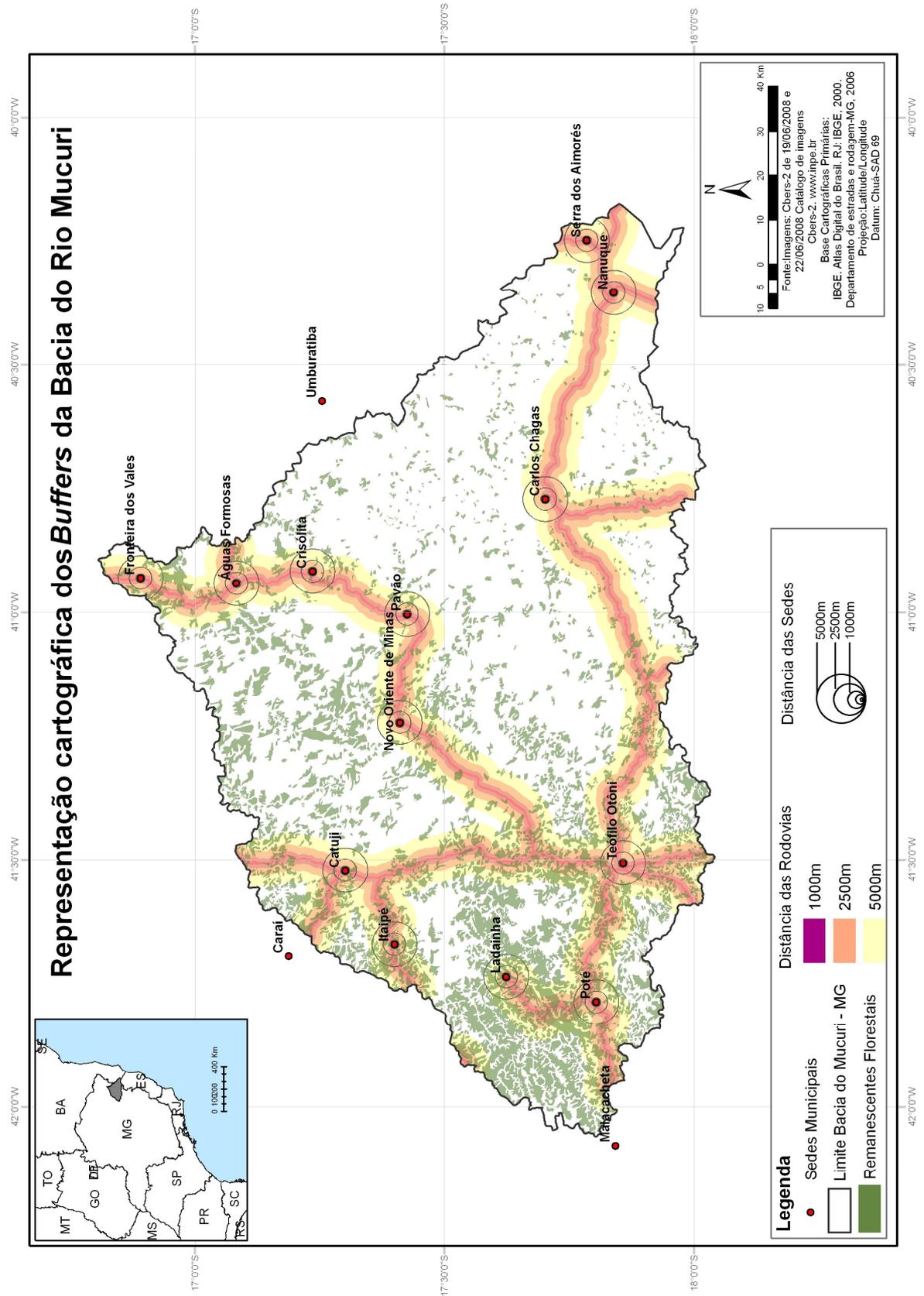
Os resultados obtidos a partir da análise de *buffer* são de grande valia, pois permitem inferir a área de influência de determinadas estruturas (no caso as sedes urbanas e as principais estradas) no desmatamento da bacia do Mucuri. Sabe-se que o percentual de cobertura por remanescentes florestais em toda a bacia é de 20,66%, em 2008. Comparativamente ao ano de 1989, houve um decréscimo de 18,44%, equivalente a uma taxa de -1,06% a.a. (Tabela 1).

Tabela 1: Remanescentes florestais da Bacia do Rio Mucuri (MG)

Área dos remanescentes (Km ²)		Taxa de cobertura na bacia		Crescimento no período	Taxa de crescimento (% a.a.)
1989	2008	1989	2008		
3.747,35	3.056,27	25,33%	20,66%	-18,44%	-1,0672

Fonte dos dados primários: Imagens Cbers-2 de 19/06/2008 e 22/06/2008.

Dessa maneira, serão apresentados os percentuais de cobertura vegetal em *buffers* de diversas distâncias para as sedes e estradas. Os resultados podem ser comparados à cobertura média de floresta da bacia, permitindo a interpretação do decréscimo da influência desses elementos sobre o desmatamento na bacia em função da distância. O Mapa 1 apresenta de maneira esquemática os *buffers* produzidos para as sedes e principais estradas da bacia do Mucuri, bem como a cobertura florestal remanescente.



Mapa 1: Representação cartográfica dos Buffers da Bacia do Rio Mucuri

3.1 A influência das sedes

A interpretação dos resultados obtidos com a elaboração dos *buffers*, mostra significativa correlação positiva entre a distância das sedes municipais e a porcentagem de cobertura por matas, como pode ser visualizado na Tabela 2. Nota-se que o percentual de áreas de remanescentes florestais é, aproximadamente, inversamente proporcional ao quadrado da distância das sedes urbanas.

Tabela 2: Cobertura por remanescentes florestais em buffers das sedes da Bacia do Mucuri (MG)

Buffer (m)	Cobertura por matas (km ²)	Cobertura por matas (%)
50	0,0000	0,00
100	0,0000	0,00
250	0,0014	0,04
500	0,1881	1,93
1000	2,7457	7,05
2500	27,7805	11,42
5000	166,4755	17,29

Fonte dos dados primários: Imagens Cbers-2 de 19/06/2008 e 22/06/2008.

A cobertura por matas no primeiro *buffer*, referente ao raio de 50 metros de distância das sedes, é inexistente, fato este também verificado no *buffer* de 100 metros. Isso significa que a essas distâncias nenhum fragmento de floresta é interceptado. Assim, associa-se a ausência de cobertura de matas à zona urbana dos municípios posto que essas circunferências de menor área ainda se inserem no interior do perímetro urbano.

É notório observar que, ao se afastar das sedes municipais ocorre o crescimento da porcentagem de cobertura por matas, fato este que já pode ser verificado no *buffer* de 250 metros. Nessa circunferência a cobertura por remanescentes florestais é de 0,04%, valor ainda expressivamente pequeno. Isso decorre do fato de que somente as menores sedes urbanas não excedem ao raio de 250 metros. No caso, nas cidades de Ladainha e Itaipé ocorre a existência de matas a essa distância.

Dobrando o raio de influência para 500 metros, a cobertura vegetal mostra-se mais representativa, apresentando o percentual de 1,93%. Os municípios que contribuem para esse crescimento relativo ainda são os de Ladainha e Itaipé ambos localizados na porção oeste da bacia, área mais preservada em termos de coberturas por matas. A localização destes municípios na porção mais interiorana condiciona um menor dinamismo à retirada da cobertura de matas. Torna-se mais interessante observar que ao se deter de um raio de 1.000 metros sucede um crescimento significativo da cobertura, chegando a 7,05%. Essa circunferência abrange remanescentes inseridos nas vizinhanças de Catuji e Poté, além das já citadas Ladainha e Itaipé.

Este fato também é observado no *buffer* de 2.500 metros e 5.000 metros onde se obteve respectivamente 11,42% e 17,29 % de florestas. Teófilo Otoni, Carlos Chagas e Serra dos Aimorés são exemplos de cidades em que os remanescentes de mata só aparecerem nessas últimas circunferências. Ademais, a sede municipal de Nanuque não apresentou qualquer fragmento de floresta mesmo em um raio de 5.000 metros de distância de seu centro.

Desse modo, afirma-se que a partir do raio de 100 metros de distância das sedes, o crescimento do percentual de cobertura de matas passa a ser exponencial. Em termos municipais, as sedes que possuem maior área coberta por matas em seu entorno são da porção oeste correspondendo a Ladainha e Itaipé.

Contudo, um aumento na distância das sedes corresponde, aproximadamente, a um crescimento quadrático da porcentagem de matas. Em outras palavras, quanto mais se aproxima das sedes municipais menor é a cobertura florestal nativa; sendo esta inexistente nos primeiros 50 metros e 100 metros.

Esses resultados permitem comprovar que a influência das sedes sobre o desmatamento é clara, à medida que para ocorrer o crescimento da malha urbana das cidades é necessário substituir a cobertura de matas por outros elementos; tanto urbanos (loteamentos, ruas, etc.) quanto rurais (pastagem, cultivos, etc.). Neste aspecto pode-se concluir que as sedes municipais na bacia do mucuri, foram e são claros vetores do desmatamento.

3.2 A influência das estradas

A importância das estradas como vetores de desmatamento é uma afirmação relativamente simples, mas a quantificação dessa influência, sobretudo para áreas consideradas deprimidas economicamente, não é corriqueira. A Tabela 3 apresenta os resultados do cruzamento das informações de distância para as estradas e da cobertura florestal.

As estradas apresentaram um comportamento distinto ao das sedes, uma vez que no *buffer* de 50 metros ainda há remanescentes de mata original, mesmo que em pequena proporção (9,73%); o que se mantém similar até os *buffers* de 250 metros. A partir dessa distância, a área de floresta passa a crescer exponencialmente até representar 22,06% da área da faixa de 5.000 metros de equidistância.

Tabela 3: Cobertura por remanescentes florestais em buffers das rodovias da Bacia do Mucuri (MG)

Buffer (m)	Cobertura por matas (km ²)	Cobertura por matas (%)
50	6,8375	9,73
100	13,8670	9,88
250	37,8113	10,85
500	92,4591	13,46
1000	233,2590	17,49
2500	638,3710	20,50
5000	1.250,9300	22,06

Fonte dos dados primários: Imagens Cbers-2 de 19/06/2008 e 22/06/2008.

O estudo de campo demonstrou que grande parte das áreas sem floresta original está ocupada por atividades agropastoris, com destaque para a pecuária bovina extensiva, que além de exigir grandes áreas, compacta o solo, o que minimiza a possibilidade de recuperação da vegetação. Essas práticas foram detectadas em toda a bacia, principalmente na porção centro-leste, com destaque para o trecho entre os municípios de Carlos Chagas – Nanuque. Além disso, o extremo leste da bacia possui grandes áreas ocupadas por monoculturas de cana-de-açúcar e eucalipto, em detrimento dos remanescentes florestais.

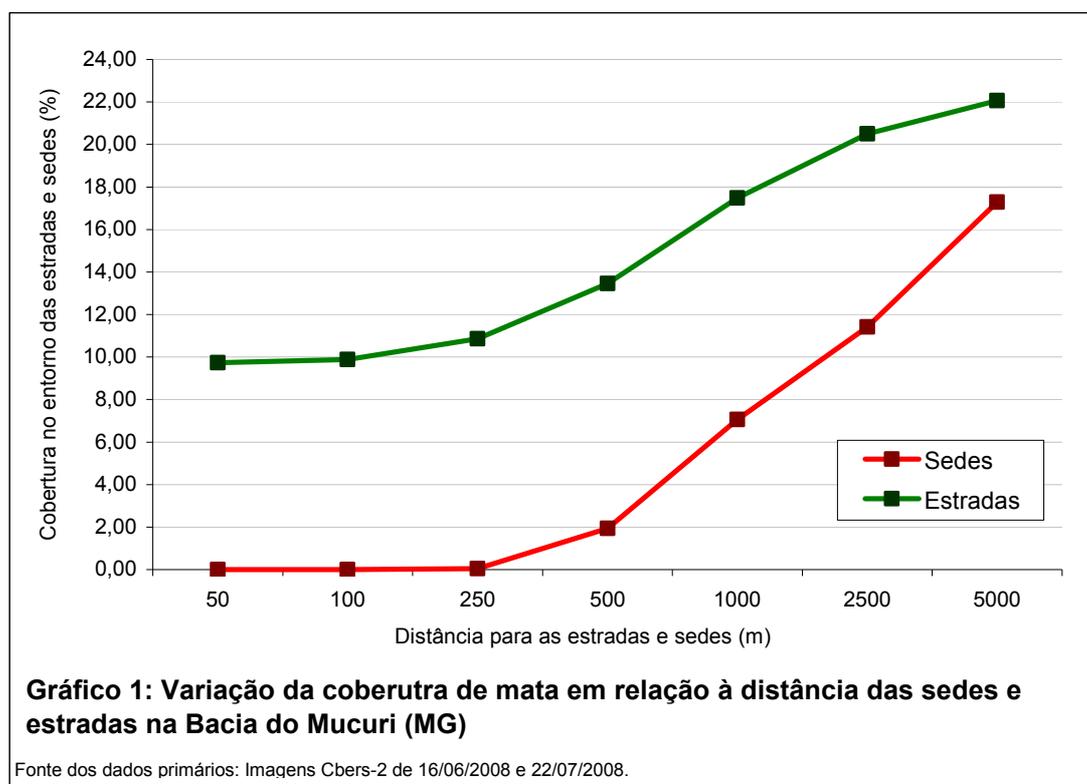
Por outro lado, o extremo oeste da bacia apresentou um nível de degradação significativamente menor, inclusive em áreas próximas as rodovias. Acredita-se que as matas encontram-se sensivelmente mais bem preservadas nesta área, por terem ficado historicamente distante dos principais eixos de troca e expansão territorial.

3.3 Comparação dos resultados

A influência das estradas e sedes sobre o desmatamento na bacia do Mucuri fica evidente quando da comparação dos valores percentuais obtidos nos *buffers* com o total da bacia. Sabendo-se que a taxa média de cobertura por vegetação nativa na bacia é de aproximadamente 20% (como mostra a Tabela 1), pode-se afirmar que os valores encontrados nas proximidades das sedes (todos abaixo desse percentual) demonstram a grande pressão que os aglomerados urbanos exercem sobre o meio.

O Gráfico 1 compara as curvas de percentual de cobertura de matas em função dos *buffers* de diferentes distâncias para as sedes e estradas. Para todas as distâncias, a influência das sedes é significativamente maior, resultando em menor cobertura florestal. Ademais, nota-se um comportamento da curva de estradas consideravelmente diferente do observado para a curva de sedes. No primeiro, o crescimento do percentual de matas é semelhante ao verificado para as sedes nos *buffers* de 50, 100 e 250 metros. Similarmente, há um visível crescimento exponencial a cobertura florestal para as distâncias de 500 e 1.000 metros em ambas as curvas.

Dessa maneira, a grande distinção do coeficiente angular das curvas encontra-se nos *buffers* de 2.500 e 5.000 metros. Enquanto para as sedes, o percentual de florestas continua com o mesmo padrão de crescimento, para as estradas há uma ruptura no ângulo da linha, resultando em um crescimento consideravelmente mais lento. Esse ponto coincide, aproximadamente, com o valor percentual da cobertura por remanescentes florestais média de toda a bacia do Mucuri (20%).



Assim, pode-se afirmar, com os resultados obtidos, que a influência das estradas sobre o desmatamento da bacia do Mucuri ocorre em uma faixa de aproximadamente 2 km de distância das rodovias. Por outro lado, não se pode fazer o mesmo tipo de afirmação para as sedes, posto que para os *buffers* gerados, não foi registrado um percentual de cobertura

vegetal similar à média da bacia. Porém, é visível que o raio de influência das sedes urbanas é superior a 5 km.

4. Conclusões

A partir da interpretação dos dados estatísticos e espaciais apresentados, é inegável a influência das sedes e estradas sobre a retirada da cobertura vegetal nativa. Pode-se afirmar, inclusive, que ambos foram e são vetores de desmatamento na bacia do Mucuri, já que condicionam e são condicionados pela ocupação humana.

Porém, o comportamento das estradas em relação à cobertura vegetal parece ser mais sutil que o das sedes. Isso é notório para os *buffers* de menor distância, em que não foi encontrado qualquer fragmento de floresta no entorno das sedes; a mesma afirmação não pode ser colocada para as estradas.

Além disso, neste trabalho, todas as rodovias e sedes foram consideradas como uma feição cartográfica única, o que impossibilita a comparação das mesmas entre si no conjunto da bacia. Sugere-se, em trabalhos futuros, a verticalização do estudo para uma análise mais precisa.

Contudo, acredita-se que este trabalho abre caminho para interpretações cada vez mais precisas. A partir dos resultados obtidos, pode-se trabalhar com um maior número de *buffers*, abarcando com mais detalhe a curva de cobertura vegetal. Isso possibilitaria, inclusive, a construção de cenários futuros, a partir da modelagem geoestatística dos dados. Esse próximo passo já foi dado e espera-se que seus resultados complementem as análises deste trabalho, possibilitando uma interpretação mais ampla e ao mesmo tempo precisa dos processos que levaram e levam ao desmatamento, não somente na bacia do Mucuri, mas em todo o Brasil.

5. Referências

- Christofolletti, A. A geografia física no estudo das mudanças ambientais. In: Christofolletti, A.; Becker, B.; Davidovich, F.; Geiger, P. **Geografia e meio ambiente no Brasil**. São Paulo; Rio de Janeiro: Hucitec, 1995. Parte IV, p.334-345.
- Duarte, R. H. Olhares estrangeiros. Viajantes no vale do rio Mucuri. **Revista Brasileira de História**. v. 22, n. 44, p. 267-288, 2002.
- Freire, R. S. ; Ballester, M. V. R. Análise histórico-comparativa das variações no uso e cobertura do solo na bacia do rio Jamaxim devido à influência da rodovia BR-163, estado do Pará, Brasil. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR),13., 2007, Florianópolis. **Anais ...**São José dos Campos: INPE,v. 1. p. 4297-4304.
- Garcia, R. A.; Soares-filho, B. ; Moro, S. Modelagem Espacial do Desmatamento Amazônico. In:**Encontro da Associação de Estudos Populacionais (ABEP)**, 15.,2006, Caxambú. XV Encontro Nacional de Estudos Populacionais. Campinas : ABEP, 2006. p. 1-19.
- Guerra, A. J. T.; Marçal, M. S. **Geomorfologia ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.
- IBGE. **Mapa de vegetação do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. Escala: 1:5.000.000.
- Soares-filho, B. S. ; Nepstad, D.; Curran, L.; Cerqueira, G.; Garcia, R. A.; Ramos, C. A.; Lefebvre, P.; Schlesinger, V. E. ; Mcgrath, D. Cenários de desmatamento para Amazônia . **Estudos Avançados**. v. 19, n. 54, p. 138-152, 2005.
- Thornes, J.B. The interaction of erosional and vegetational dynamics in land degradation. In: Thornes, J.B. (ed.) **Vegetation and erosion: processes and environments**. Chichester: John Willy & Sons, 1990. p. 41-53.