

# COMPARAÇÃO ENTRE OS PADRÕES ESPACIAIS DE REMANESCENTES FLORESTAIS NO GRADIENTE URBANO DE LONDRINA, PR.

EFRAIM RODRIGUES<sup>1</sup>  
CARLA DANIELA CÂMARA<sup>1</sup>  
ALESSANDRO TOMAZINI DIAS<sup>2</sup>

RODRIGUES, E.; CÂMARA, C.D.; DIAS, A.T. Comparação entre os Padrões Espaciais de Remanescentes Florestais no Gradiente Urbano de Londrina. *Semina: Ci. Agr.*, Londrina, v. 16, n.1, p. 34-39, mar. 1995.

**RESUMO:** As florestas cumprem um papel importante na manutenção dos processos ecológicos fundamentais do planeta, e a determinação de números precisos sobre o desmatamento é fundamental na elaboração de projetos conservacionistas. Este trabalho teve como objetivo estudar a evolução da cobertura florestal no gradiente urbano de Londrina, norte do Paraná (23°23' S, 51°11') entre os anos de 1970 e 1980, preocupando-se em determinar a classe de tamanho de fragmento mais afetada pelo desmatamento, a influência da urbanização sobre este processo, além de produzir material que auxilie trabalhos de fiscalização e monitoramento. Foram mapeados através de fotointerpretação, todos os remanescentes florestais de uma área de 609,50 km<sup>2</sup> tendo Londrina como centro. Mediu-se as reduções e incrementos de área florestada ocorrida em cada fragmento. A influência da urbanização sobre o padrão de distribuição da cobertura florestal entre 1970 e 1980 não se comprovou. As maiores perdas de floresta se deram em fragmentos de até 20 ha., situados na zona rural.

**PALAVRAS CHAVE:** floresta, fotointerpretação, desmatamento, urbanização

## INTRODUÇÃO

As florestas cumprem um papel de grande importância na manutenção de processos ecológicos fundamentais do planeta. Após um desmatamento, vários problemas ocorrem, como a erosão do solo, inundações e assoreamento das bacias hídricas (WINDSOR et al., 1986; FLEMING, 1986; LOVETT, 1987; HAMILTON & MACFAYDEN, 1988 apud BOLOGNA, 1990). Mas, talvez o maior problema causado seja a perda irreversível da diversidade biológica. O desmatamento acelerado provoca a perda definitiva de muitas espécies, antes mesmo que o homem conheça o seu valor.

Diversos levantamentos realizados nas últimas décadas revelam que grandes áreas de cobertura florestal vêm desaparecendo. Segundo HOUGHTON, LEFKOWITZ & SKOLE (1991), em pouco mais de meio século, a América Latina teve suas florestas reduzidas a 30% da área original. No Estado do Paraná, entre os anos de 1500 e 1990, a cobertura nativa foi reduzida de 84,72% para 7,51%, de acordo com dados do INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS & FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA (1993). Em levantamento realizado por RODRIGUES (1992), no município de Londrina, a

média de cobertura florestal nativa em treze amostras aleatórias foi de 6,86%.

O Norte do Paraná, assim como toda América Latina, teve a maior parte da sua cobertura florestal degradada, restringindo-se atualmente a fragmentos isolados. A principal causa do desmatamento na região foi a cafeicultura, atividade de maior importância durante a colonização. A colonização do Norte do Paraná foi iniciada em 1925 pela Companhia de Terras Norte do Paraná, cujo modelo de colonização teve grande influência no processo extremamente rápido de desmatamento. Esta grande velocidade do desmatamento fez com que os fragmentos florestais remanescentes apresentassem aproximadamente a mesma idade. (RODRIGUES, 1993)

As prováveis causas do desmatamento variam muito de região para região. Entre elas, destacam-se a urbanização, a agricultura, a pecuária e a extração de madeira para fins comerciais ou queima.

A análise de dados de desmatamento vem assumindo crescente importância, e a determinação de números mais precisos, estudando este processo em detalhe, é fundamental para a elaboração de projetos conservacionistas. Essas informações, mesmo relativas a períodos já passados, (1970 e 1980),

1- Depto. de Agronomia/ CCA- Universidade Estadual de Londrina, Caixa Postal 6001, Londrina, PR, Brasil, CEP 86051-970

2- Depto. de Biologia Animal e Vegetal/ CCB- Universidade Estadual de Londrina, Caixa Postal 6001, Londrina, PR, Brasil, CEP 86051-970

são importantes para entender os processos de desmatamento da região (NASCIMENTO, 1992).

Mais recentemente, a urbanização tem sido estudada como importante fator de desmatamento. Segundo RAZENTE (1984), na década de 70, Londrina passou pelo maior crescimento urbano de sua história. No final da década de 50, mais de 50% da população já se concentrava no espaço urbano, atingindo um percentual de 88% em 1980.

Este trabalho teve como objetivo estudar a evolução da cobertura florestal no gradiente urbano de Londrina entre os anos de 1970 e 1980, preocupando-se também em determinar a classe de tamanho de fragmento mais afetada por desmatamento e produzir material que auxilie trabalhos de fiscalização e monitoramento. A hipótese deste estudo é que a urbanização foi um processo determinante no desmatamento da região entre os anos de estudo (1970 e 1980).

## MATERIAL E MÉTODO

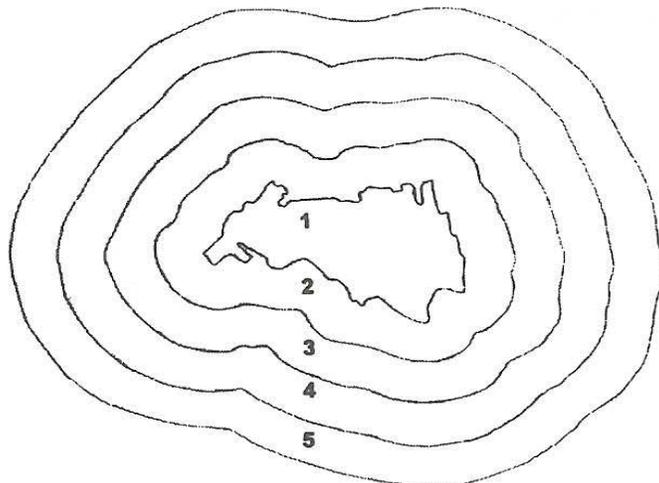
Foram realizadas medidas da área florestal em uma unidade amostral que abrange 609.50 km<sup>2</sup>, tendo como centro a cidade de Londrina, Norte do Paraná (23°23'S, 51°11'W). Todos os fragmentos florestais foram reproduzidos em papel vegetal, através de fotointerpretação. A base cartográfica utilizada inicialmente foi o mosaico fotográfico de 1970, escala 1:25.000. Logo após, o mapa foi sobreposto às aerofotos de 1980, na mesma escala, correspondentes à região mapeada.

Os critérios de fotointerpretação utilizados foram: tonalidade (cinza escuro), textura (rugosa, definida pela diferença de altura entre a copa das árvores) e densidade, conforme HOWARD (1970). A observação dos critérios foi facilitada em alguns casos pelo uso de estereoscópio.

A utilização de aerofotos para o levantamento foi importante devido a sua maior resolução em relação às imagens de satélite. No estudo dos remanescentes florestais realizado pelo INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS & FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA (1993), através de imagens de satélite, a menor superfície estudada foi de 25 ha, enquanto que a fotointerpretação permitiu o mapeamento de fragmentos com menos de 1 ha. Segundo RODRIGUES (1993), 26% da área florestal em 13 amostras estudadas no município de Londrina estavam na forma de fragmentos de até 10 ha.

Os fragmentos foram agrupados em classes de distância do limite urbano da cidade. Para tanto, 5 novos contornos foram traçados em torno do limite urbano de 1970, correspondendo, cada um deles, respectivamente a 2, 4, 6, 8 e 10 km (Figura 1). A utilização de contornos para delimitação de áreas de estudo foram descritas por JOHNSON (1993), que mostra a grande aplicação deste método em estudos de gradientes em ecologia.

Foram medidas as áreas de cada fragmento através de planimetria e a distância deles até o ponto mais próximo do limite urbano de Londrina, definido pelo mosaico fotográfico de 1970. Os fragmentos foram numerados e os dados digitados em planilha eletrônica. Foram registradas separadamente as áreas onde foi permitida sucessão e onde ocorreram desmatamentos entre 1970 e 1980.



- 1 - centro urbano
- 2 - 0 a 2 km
- 3 - 2 a 4 km
- 4 - 4 a 6 km
- 5 - 6 a 8 km

Figura 1 - CLASSES DE DISTÂNCIA DO LIMITE URBANO DE LONDRINA

Foram identificados os fragmentos localizados em cada uma das faixas, assim como foram quantificadas a área total e a área florestal. Com estes dados, calculou-se o percentual de desmatamento ocorrido em cada faixa de distância da cidade entre 1970 e 1980.

O índice de Gini foi calculado através da medição de área da curva de porcentagem acumulada da área florestal por porcentagem acumulada de fragmentos e posterior divisão pela metade da área do gráfico, de acordo com WEINER & SOLBRIG (1984). Quanto maior o índice de Gini, maior a concentração de superfície florestal nos fragmentos de maior tamanho.

O tau de Kendall foi utilizado para determinar a correlação entre os diversos fatores considerados. Segundo SPRENT (1989), esse índice de correlação mostra se altos valores de x são associados a altos valores de y. Portanto, pode-se testar se um fator condiciona aumentos no outro, mesmo que eles não estejam linearmente correlacionados. Neste caso, os parâmetros testados foram: desmatamento (x), e a distância do limite urbano, porcentagem de cobertura florestal em 1970, e tamanho de fragmento (y). Quanto maior a correlação entre os parâmetros, maior será o valor de tau.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o levantamento aerofotogra-

métrico, a área total estudada (609.50 km<sup>2</sup>) possuía, em 1970, uma cobertura florestal de 2.942,96 ha, distribuída em 505 fragmentos. Até 1980, essa cobertura foi reduzida a 2.030,91 ha em 350 fragmentos. Isto significou uma redução de 4,8% para 3,3% na cobertura florestal, conforme ilustra o Gráfico 1. Neste mesmo período a densidade de fragmentos por área diminuiu de 1 fragmento a cada 125 ha para 1 fragmento a cada 200 ha. A área média por fragmentos manteve-se a mesma em 1970 e 1980 (5,8 ha).

À medida que se afasta do centro da cidade, observa-se uma tendência de aumento da área florestal, especialmente até 4 km. Já na região de 4 até 10 km, a tendência é de redução da área florestada, conforme observa-se no gráfico 1, que indica também um grande aumento no desmatamento nesta área.

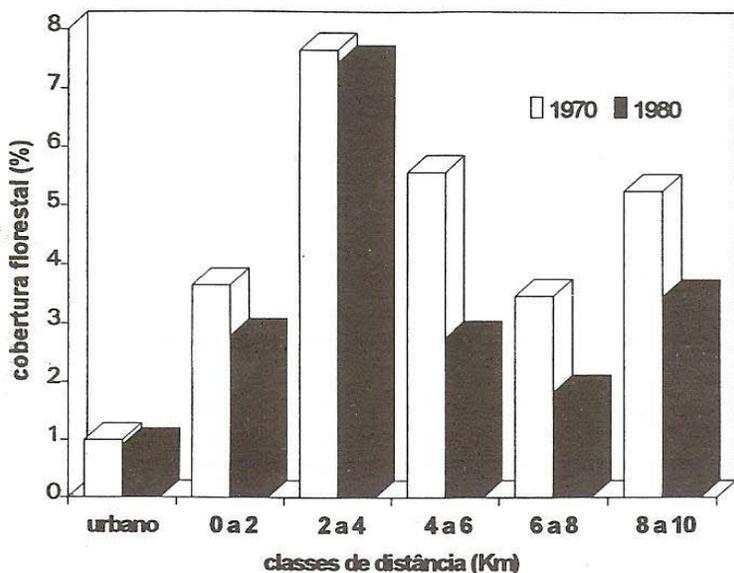


Gráfico 1 - PORCENTAGEM DE COBERTURA FLORESTAL EM CADA CLASSE DE DISTÂNCIA DO LIMITE URBANO DE LONDRINA

A faixa de 4 a 6 Km parece ser a frente de desmatamento na periferia da cidade, já que a partir dela ocorrem os maiores percentuais de redução da área florestal, variando de 35 até 51%. Isto sugere que, apesar da cidade condicionar uma redução na área florestal, através da ocupação de espaços, ela também "fixa" esta ocupação, impedindo posteriores desmatamentos.

Para as 6 classes de distância, a taxa de desmatamento correlacionou-se com a cobertura florestal em 1970 (Tabela 1). Esta correlação indica que o desmatamento foi maior nas áreas com maior cobertura nativa. Este efeito foi mais acentuado nas faixas com fragmentos de maior tamanho.

O desmatamento correlacionou-se pouco com a distância dos fragmentos ao centro da cidade (D. med.) e muito fracamente com as outras variáveis consideradas. (Tabela 1). Através da mesma tabela, observa-se que o desmatamento foi menor no

centro urbano e nas faixas mais próximas, pois nestas, além do menor percentual de cobertura prévia, havia fragmentos sob forma de parques e bosques.

Entre 1970 e 1980 ocorreram processos de desmatamento e aumento da área florestada sucessão secundária. O percentual de cobertura florestal mostrado no gráfico 2 considera agrupadamente os percentuais de desmatamento e aumento de cobertura florestal ocorridos entre os 10 anos.

Estes resultados, quando comparados aos gráficos 3 e 4 mostram que o desmatamento foi superior à regeneração em todas as faixas de distância.

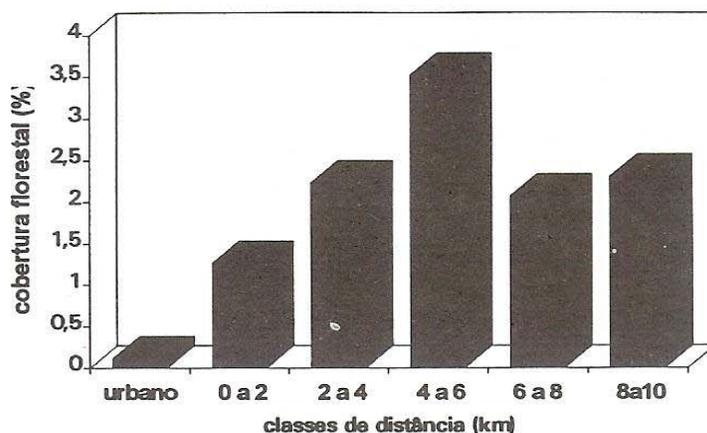


Gráfico 2 - ALTERAÇÃO DA COBERTURA FLORESTAL NO GRADIENTE URBANO DE LONDRINA - DIFERENÇA ENTRE OS PORCENTUAIS DE COBERTURA FLORESTAL DE 1970 E 1980

Apesar do grande aumento da população urbana entre 1970 e 1980, o desmatamento não teve grande correlação com a urbanização. Através do Gráfico 3 observa-se que o desmatamento foi menos intenso nas faixas mais próximas do centro urbano durante este período, estando possivelmente associado a outros fatores históricos.

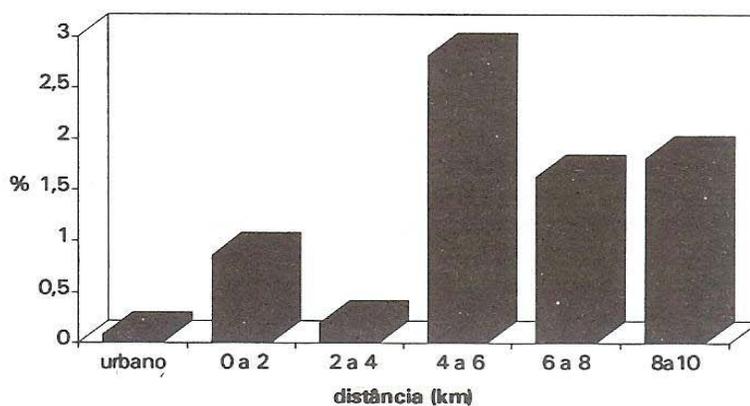
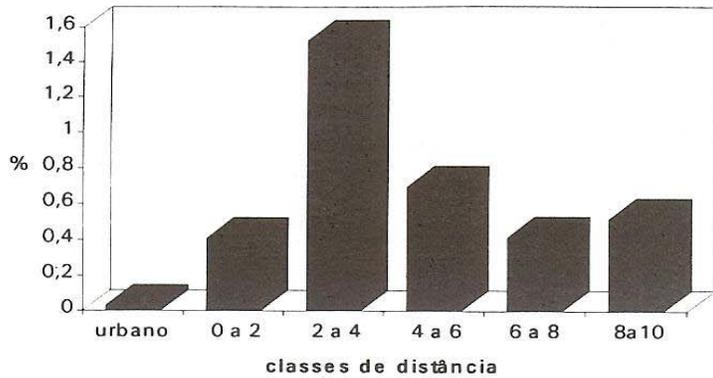


Gráfico 3 - REDUÇÃO DA COBERTURA FLORESTAL EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA DO LIMITE URBANO DE LONDRINA

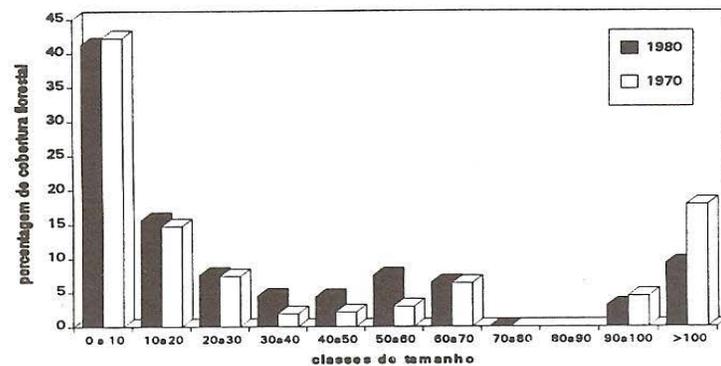
O aumento de área florestal também foi maior nas áreas com maior cobertura nativa em 1970. Na faixa de 2 a 4 km, a presença de um grande

fragmento (172.8 ha) foi responsável pela maior parte da sucessão secundária ali ocorrida. O Gráfico 4 indica os percentuais de sucessão secundária ocorridos em cada classe de distância.



**Gráfico 4 - AUMENTO DA ÁREA FLORESTAL ENTRE 1970 E 1980 EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA DO LIMITE URBANO DE LONDRINA**

O desmatamento se correlacionou mais com o tamanho médio de fragmentos do que com a distância do limite urbano. As faixas com fragmentos de maior tamanho médio em 1970 apresentaram maior percentual de desmatamento. Entretanto, a maior perda de área florestal, foi decorrente do desmatamento de fragmentos de até 20 ha, conforme mostra o Gráfico 5.



**Gráfico 5 - PORCENTAGEM DE COBERTURA FLORESTAL NAS DIFERENTES CLASSES DE TAMANHO DE FRAGMENTO (ha)**

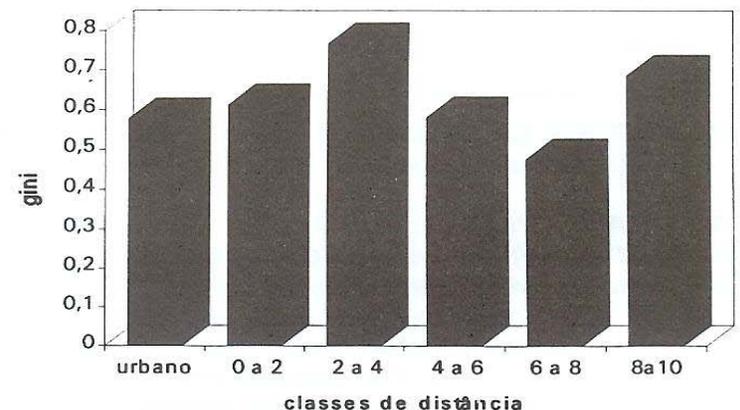
Em 1970, 31,37% da cobertura nativa distribuíam-se em fragmentos com mais de 40 ha. Até 1980, esse percentual passou a 34,99%. Essa diferença indica a ocorrência de sucessão secundária em fragmentos com mais de 40 ha e em fragmentos menores que, devido à sucessão, atingiram tamanho igual ou maior que 40 ha. A área florestada em Londrina parece estar mais dispersa em menores fragmentos do que em outros locais (em termos proporcionais). 66,1% dos fragmentos possuíam mais de 40 ha no Ribeirão Monjolinho, em São Carlos, SP (SÉ, 1992), e 60% dos fragmentos eram maiores que 40 ha no Parque Florestal Fortaleza (VIANA, 1990). No Horto Florestal de Quitéria, RS, VIANA (1990) não encontrou fragmentos com mais de 40 ha. Mesmo considerando diferenças metodológicas entre os trabalhos acima, como resolução e diferenças de fotointerpretação e tamanho de área amostral, parece haver uma

tendência à concentração de área em fragmentos maiores com o passar do tempo. Esta tendência tanto pode ser vista nos dez anos entre 1970 e 1980, como também na comparação com São Carlos e o Rio Grande do Sul, onde o desmatamento ocorreu há mais tempo.

O pequeno número de fragmentos de tamanho maior de 40 ha se deve à proximidade do limite urbano, predominando aqueles com até 10 ha. A predominância de fragmentos de pequeno tamanho está associada ao modelo de colonização da Companhia de Terras do Norte do Paraná, que dividiu as terras em pequenos lotes (VETORI, 1989). Dessa forma, os fragmentos mantidos nas propriedades, tiveram o tamanho bastante reduzido, de forma a permitir a máxima exploração agrícola da terra. Associe-se, ainda, o fato de que a legislação que garante que as propriedades rurais preservem seus remanescentes em uma área que corresponda a 20% da área total, passou a vigorar depois de 1965, portanto após a divisão dos lotes.

O maior índice de Gini obtido nesse levantamento (0,76) foi na faixa de 2 a 4 km (Gráfico 6). Esse valor se deve ao fato de que a área florestal encontrava-se mais concentrada em um pequeno número de grandes fragmentos.

O índice de Gini sofre intensa influência de grandes fragmentos. Na faixa de 6 a 8 km, o índice obtido foi o menor, resultante da maior concentração de área florestal em pequenos fragmentos. RODRIGUES (1992) encontrou o maior índice de Gini (0,66) em fragmentos situados na periferia da cidade de Londrina, e um índice menor no centro da cidade (0,57). Estes valores indicam uma maior concentração da área florestal em pequenos fragmentos no centro da cidade, e, na periferia, uma maior concentração da área florestal em um pequeno número de grandes fragmentos. Nesta comparação deve-se considerar a diferença entre o tamanho das áreas amostradas, já que a ocorrência de grandes fragmentos está limitada a grandes áreas. RODRIGUES (1993) realizou levantamento em 89.220 ha, dispersos em todo o município, enquanto este trabalho abrangeu 609.50 km<sup>2</sup> em uma única área.



**Gráfico 6 - ÍNDICE DE GINI EM CADA CLASSE DE DISTÂNCIA DO LIMITE URBANO DE LONDRINA**

## CONCLUSÕES

A frente de desmatamento identificada na faixa de 2 a 4 km sugere que a urbanização da periferia condicionou desmatamentos nessa região. Apesar disto, a distância da cidade não explica este desmatamento, conforme nosso modelo de análise estatística preconizou.

As maiores perdas de área em termos absolu-

tos ocorreram em fragmentos de até 20 ha localizados na área rural. Portanto, a redução da área florestada foi acompanhada por aumento da proporção de área florestada em grandes fragmentos. Isso parece já ter ocorrido em outras regiões do país, onde o desmatamento ocorreu a mais tempo.

Este fato sugere a necessidade de mecanismos de fiscalização adequados, que permitam atuar este grande número de pequenos desmatamentos.

Tabela 1 - MATRIZ DOS VALORES DO TAU DE KENDALL PARA OS PARÂMETROS CONSIDERADOS

	D.med	% fl. 70	% fl. 80	% dif.	% des.	%aum	Gini	frag 70	frag 80	tam 70	tam 80
D.med.	1,000										
% fl.. 70	0,200	1,000									
% fl.. 80	0,200	<b>0,733</b>	1,000								
% dif.	0,600	0,333	0,067	1,000							
% des.	0,600	0,600	0,333	<b>0,733</b>	1,000						
%aum.	0,333	<b>0,867</b>	0,600	0,467	<b>0,733</b>	1,000					
Gini	0,067	0,600	<b>0,867</b>	-0,067	0,200	0,467	1,000				
Frag 70	0,200	0,467	<b>0,733</b>	-0,200	0,067	0,333	0,600	1,000			
Frag 80	0,200	0,467	0,200	0,067	0,333	0,600	0,067	0,467	1,000		
Tam 70	0,333	<b>0,867</b>	0,600	0,467	<b>0,733</b>	1,000	0,467	0,333	0,600	1,000	
Tam 80	-0,200	0,333	0,600	-0,333	-0,060	0,200	<b>0,733</b>	0,333	0,200	0,200	1,000

D.med. =Distância média dos fragmentos de floresta (faixa de contorno)

%fl.70 =Porcentagem de floresta em 1970

%fl.80 =Porcentagem de floresta em 1980

%dif. =Porcentagem da diferença de área florestada entre 1970 e 1980 (desmatamento + incremento)

% des. =Porcentagem de desmatamento

%aum.=Porcentagem do incremento de área florestada

Gini =Índice de Gini

Frag.70=Número de fragmentos por faixa de distância em 1970

Frag.80=Número de fragmentos por faixa de distância em 1980

Tam.70=Tamanho médio de fragmento em 1970

Tam.80=Tamanho médio de fragmento em 1980

Obs. valores em destaque significativos a 5% de probabilidade

RODRIGUES, E.; CÂMARA, C.D.; DIAS, A.T. Comparison among the spacial patterns of forest fragment in the urban gradient of Londrina, PR. *Semina: Ci. Agr.*, Londrina, v. 16, n. 1, p. 34-39, Mar. 1995.

**ABSTRACT:** *This work aims to study the evolution of forest covering of Londrina county (north of Paraná 23° 23' S, 51° 11' W) between 1970 and 1980. All forest fragments were mapped by photointerpretation in an area of 609,50km<sup>2</sup>, having Londrina as the center. Forest area reduction was measured in each fragment. Deforestation was not linealy correlated with distance from the city, but an area of outstanding reduction in forest coverage was noticed at 4-6 Km the urban center. The fragments smaller than 20 ha were the ones that lost the largest forested area in absolute terms. The concentration of a smaller forested area in reduced number of large fragments seems to repeat in other portions of the country.*

**KEY-WORDS:** *forest, deforestation, photointerpretation, urbanization*

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOLOGNA, G. *Amazônia Adeus*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1990. 288 p.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, INPE, IAP. *Atlas da evolução dos remanescentes florestais do domínio da Mata Atlântica no Estado do Paraná no período de 1985 a 1990*. São Paulo. 1993.
- HOUGHTON, R. A., LEFKOWITZ D. S., SKOLE, D. L. Changes in the landscape of Latin America between 1850 and 1985. Progressive loss of forests. *Forest Ecology and Management*, v. 38, p.143-172, 1991.
- HOWARD, J. A. *Aerial Photo-Ecology*. Londres: Costwold Collotyp co., 1970. 351 p.
- JOHNSON, L. B. Ecological analyses using geographic information systems. *Gis applications in mammalogy*. Oklahoma: Museum of Natural History. p. 27-38, 1993.
- NASCIMENTO, J. R. Discutindo os números do desmatamento. *Interciência*, v.16, n.5, p.223-238. 1991.
- RAZENTE, N. *Ocupação do espaço urbano de Londrina*. Recife, 1984. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco.
- RODRIGUES, E. *Ecologia de fragmentos florestais no gradiente urbano de Londrina*. São Carlos, 1993. 102 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo.
- RODRIGUES, E. Size of Forest Fragments in Londrina PR. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE ESTUDOS EM FLORESTAS TROPICAIS ÚMIDAS - FOREST 92, *Anais*. Rio de Janeiro. 1992.
- SÉ, J. A. S. *O Rio Monjolinho e sua Bacia Hidrográfica como Indicadores de Sistemas Ecológicos, Um Conjunto de Informações para o Início de um Processo de Pesquisas Ecológicas, de Educação, Planejamento e Gerenciamento Ambientais a Longo Prazo*. São Carlos, 1992. 312 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo.
- SPRENT, P. *Applied nonparametric statistical methods*. New York: Capman and Hall., 1989. 259 p.
- VETORI, A. *Estudo do uso do solo na bacia do Ribeirão Cambé através de sensoriamento remoto*. Londrina, 1989. 87 p. Monografia (Bacharelado em geografia) - Universidade Estadual de Londrina.
- VIANA, V. M. Biologia e manejo de fragmentos florestais naturais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO. *Anais*. p. 113-118, 1990.
- WEINER, J.; SOLBRIG, O. T. The meaning an measuring of size hierarchies in plant populations. *O ecologia*, v. 61, p. 334-336, 1984.