

(R2)

## MODELO DE REGRESSÃO PARA A ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS SOCIOECONÔMICAS E OCUPAÇÕES EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP), SÃO JOSÉ DOS CAMPOS/BRASIL

### ANALYSIS OF THE CORRELATION BETWEEN SOCIOECONOMIC VARIABLES AND OCCUPATION IN AREAS OF PERMANENT PRESERVATION USING A REGRESSION MODEL, SÃO JOSÉ DOS CAMPOS/BRASIL

**Allan Yu Iwama de Mello (\*)**

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE

**Alana Almeida de Souza**

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE

**Fábio Bueno de Lima**

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE

**Felipe de Lucia Lobo**

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE

**Márcio Rogério Pontes**

Universidade Federal de São Carlos – UFSCar



**Dirección del autor principal (\*):** Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Av. dos Astronautas, 1758, Jd. Granja, CEP: 12227-010. Tel: 55 (12) 3945 6437. Email: [allan@dsr.inpe.br](mailto:allan@dsr.inpe.br)

#### RESUMEN

La creciente urbanización ha generado una serie de conflictos en el medio urbano. Específicamente, se ha observado el incumplimiento de la Ley Federal 4771/65, que instituye el Código Forestal, por el proceso de ocupaciones en Áreas de Preservación Permanente (APP). Con el fin de comprender la dinámica de ocupación en APP de acuerdo con el perfil socioeconómico en el área urbana y de expansión urbana – área de estudio – de São José dos Campos/Brasil, el objetivo del presente trabajo fue aplicar un modelo de regresión lineal múltiple para verificar la relación entre las características socioeconómicas (variables independientes) y las ocupaciones en APP (variable dependiente). Las etapas realizadas son descritas sucintamente a seguir: (a) preparación de los datos; (b) selección de variables socioeconómicas (variables independientes) para componer el modelo de regresión; (c) refinamiento y selección del modelo de regresión; (d) validación del modelo. El modelo que mejor se ajustó ( $R^2 = 0.41$ ) envolvió las variables independientes “Rienda Media” y “ Enseñanza Media”, indicando una tendencia de personas con el perfil de rienda y grado de instrucción más alto ocupan proporcionalmente más las Áreas de Preservación Permanente (APP). De este modo, el presente estudio puede contribuir para una discusión sobre intervenciones en APP inseridas en el contexto socioeconómico, auxiliando los análisis para un adecuado planeamiento y fiscalización municipal.

#### ABSTRACT

*The growing urbanization is creating a sequence of conflicts in the urban environment. Specifically, it is observed the transgression of the Federal Law 4771/65 – which establishes the Forest Code - the process of occupations in Areas of Permanent Preservation (APP). In order to understand the occupation dynamic in the APP according to socioeconomic profile in the urban area and urban sprawl - taking as study area the municipality of Sao Jose dos Campos/Brazil - the goal of this study was to apply a multiple linear regression model to verify the correlation between socioeconomic characteristics (independent variables) and the occupations in APP (dependent variable). The steps taken are outlined below: (a) data preparation, (b) selection of socioeconomic variables (independent variables) to compose the regression model, (c) refinement and selection of the regression model, (d) model validation. The model that best fit ( $R^2 = 0.41$ ) involved the independent variables "Average income" and "High School", indicating a tendency where people with a higher income and educational level profile, proportionately to have more in the APP occupation. Thus, this study may*

*contribute to a discussion of interventions in APP inserted in a socioeconomic context, helping the analysis of an appropriated municipal planning and inspection.*

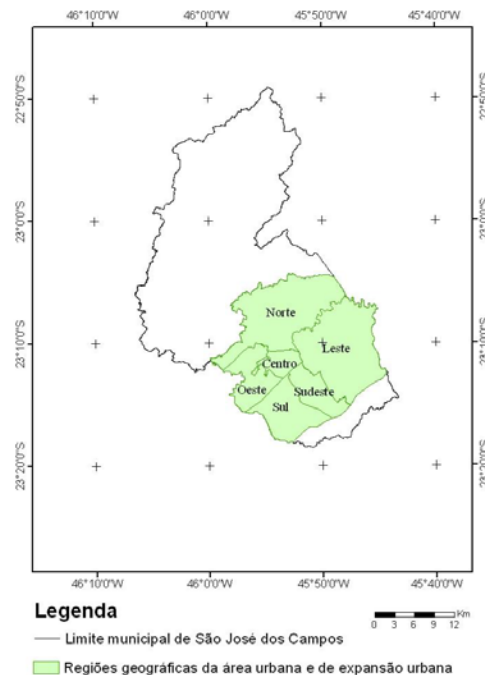
**Palabras Clave:** Áreas de Preservação Permanente, Código Florestal, Medio Urbano, Modelo de Regressión, Perfil Socioeconómico.

## INTRODUÇÃO

A crescente urbanização tem gerado uma série de conflitos no meio urbano. Especificamente, tem-se observado o descumprimento da Lei Federal 4771/65, que institui o Código Florestal, pelo processo de ocupações em Áreas de Preservação Permanente (APP).

Tendo em vista a necessidade de um adequado planejamento urbano em conformidade com a legislação ambiental vigente, o presente trabalho aborda uma análise da distribuição e tendência das ocupações em APP em função das características socioeconômicas da área urbana e de expansão urbana – área de estudo – de São José dos Campos, estado de São Paulo/Brasil. A compreensão da dinâmica de ocupação em APP segundo o perfil socioeconômico tem a finalidade de verificar se existe relação das variáveis “renda”, “grau de instrução” e “densidade populacional” com as ocupações em áreas de preservação.

De acordo com Mello e Souza (2008), numa análise sobre o processo de ocupação em APP na área urbana e de expansão urbana de São José dos Campos, observaram que os setores socioeconômicos Alto da Ponte, Urbanova/Jd. Aquários, Capão Grosso/Bom Retiro e Vila São Bento/Torrão de Ouro, são os que possuem maior área ocupada em APP, totalizando aproximadamente 52% do total de APP ocupadas na área de estudo (Figura 1). Estes setores são caracterizados por um perfil socioeconômico de baixa renda e escolaridade, com exceção de Urbanova/Jd. Aquários, com um perfil socioeconômico elevado na parcela dessas ocupações. Os setores socioeconômicos são considerados unidades de planejamento do município (PDDI, 2006).



**Figura 1: Limite do município e área de estudo (área urbana e de expansão urbana)**

De acordo com os pareceres técnicos emitidos pelo Ministério Público em São José dos Campos, identificam-se ocupações irregulares em APP tanto em bairros como Urbanova (caracterizado por pessoas com renda acima de seis salários mínimos e alto padrão de consumo) como o de Freitas (caracterizado por pessoas com renda inferior a seis salários mínimos e baixo padrão de consumo). Neste contexto, o objetivo do presente estudo foi aplicar um modelo de

regressão linear múltipla a fim de verificar a relação entre as características socioeconômicas (variáveis independentes) e as ocupações em APP (variável dependente).

## MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados de renda, população e grau de instrução utilizados no estudo foram obtidos com a Secretaria de Planejamento Urbano da Prefeitura de São José dos Campos. Para a análise estatística foram utilizados os softwares STATISTICA 6.0 e EXCEL e para geração de representações cartográficas, utilizou-se o SPRING 4.3.2. As informações de áreas ocupadas em Áreas de Preservação Permanente (APP) foram obtidas dos resultados de Mello e Souza (2008).

As etapas realizadas são descritas sucintamente a seguir: (a) preparação dos dados, na qual foi feita uma análise exploratória dos dados; (b) seleção de variáveis socioeconômicas (variáveis independentes) para compor o modelo de regressão, que consistiu na análise da correlação entre as variáveis independentes e a variável dependente - *Best-subset* - e teste de multicolinearidade; (c) Refinamento e seleção do modelo de regressão, que consistiu em análises de resíduos, da variância, presença de outliers e seleção de modelos estatisticamente significativos; (d) validação do modelo.

Foram validados 3 modelos pelo o critério proposto por Neter *et al.* (1996), para modelos de regressão com número de amostras reduzidas – comparação do PRESS(p) com o valor da soma dos quadrados dos resíduos (SQRes). A Tabela 1 apresenta as variáveis independentes e o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) dos respectivos modelos de regressão.

**Tabela 1: Modelos selecionados e validados**

Modelos de regressão	Variáveis independentes	Coefficiente de determinação ( $R^2$ )
1	RM, EM	0.41
2	DP, EM	0.37
3	GIm, EM	0.39

RM – renda média; EM – ensino médio; DP – densidade populacional; GIm – grau de instrução médio

O modelo que melhor se ajustou ( $R^2 = 0.41$ ) envolveu as variáveis independentes “Renda Média” e “Ensino Médio” (Equação 1), indicando uma tendência de pessoas com o perfil de renda e grau de instrução mais altos ocuparem proporcionalmente mais as Áreas de Preservação Permanente (APP).

$$\text{MODELO 1: OC/APP} = \text{EXP}(-0,676212 + 0,1109 \cdot \text{RM} + 2,760252 \cdot \text{EM}) \quad \text{Equação 1}$$

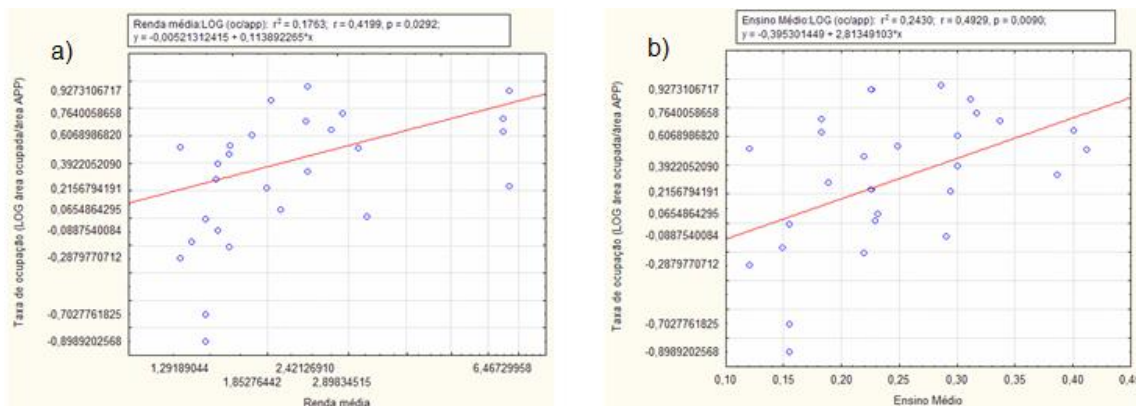
Onde,

**OC/APP:** taxa de ocupação em APP;

**RM:** renda média;

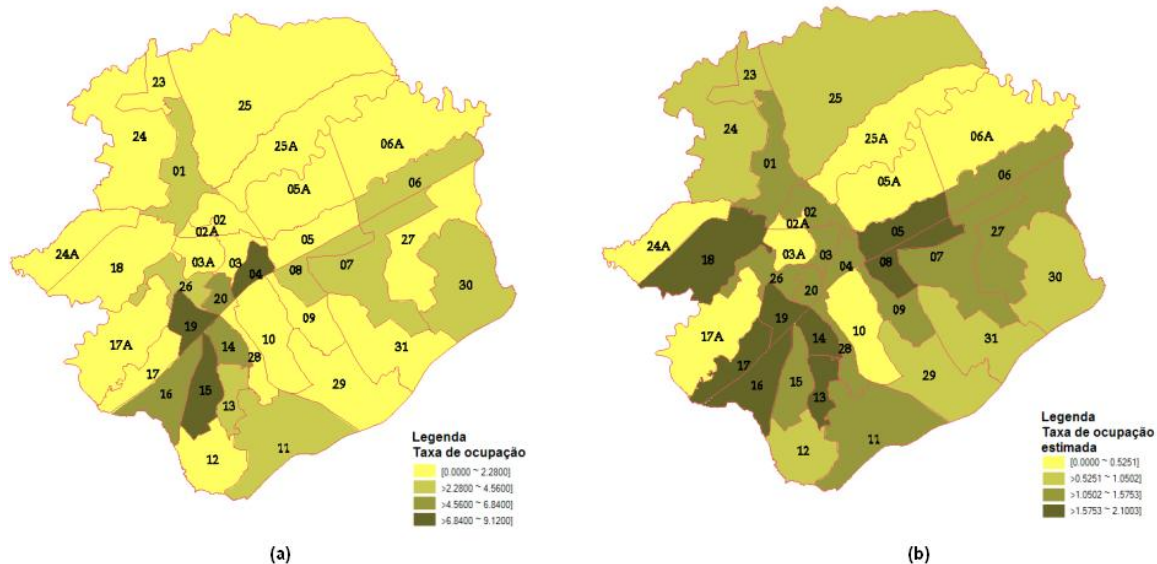
**EM:** ensino médio

A Figura 1 apresenta a correlação entre as variáveis independentes (renda média e ensino médio) e a variável dependente taxa de ocupação em APP (aplicada uma transformação logarítmica para refinar a correlação).



**Figura 1: Correlação da taxa de ocupação em APP com a) Renda Média e b) Ensino Médio**

Com base no modelo selecionado, A Figura 2 apresenta os (a) dados originais da taxa de ocupação em APP e (b) os dados estimados, a partir do modelo de regressão obtido.



**Figura 2: Taxa de ocupação em APP em São José dos Campos – por setor socioeconômico – (a) dados originais e (b) dados estimados**

Os resultados obtidos corroboram com os pareceres técnicos emitidos pelo Ministério Público sobre ocupações em áreas de preservação em bairros como Urbanova, caracterizado por condomínios de alto padrão. Este mesmo processo não é isolado para São José dos Campos, podendo ser observado em áreas de importância ambiental do país, tais como topos de morros, mananciais, entorno de lagos naturais, restingas, orla de praias, entre outros.

Nesse contexto, a aplicação de um modelo de regressão para a análise da relação entre o perfil socioeconômico e as ocupações em Áreas de Preservação Permanente (APP) forneceu resultados que sugerem uma investigação mais aprofundada sobre o processo de ocupação em áreas legalmente protegidas. Esta análise deve, sobretudo, incorporar a discussão sobre o histórico das ocupações de condomínios de alto padrão. Parte das ocupações do bairro Urbanova, por exemplo, foram realizadas no início da década de 80, quando o Código Florestal, de 1965, não continha as alterações da Lei Federal 7803/89. Dessa forma, ocupações anteriores a Lei 7803/89 não possui as atuais restrições em APP, provocando uma série de discussões sobre intervenções em APP.

Desse modo, o presente estudo contribui para uma discussão sobre intervenções em APP inseridas no contexto socioeconômico, auxiliando as análises para um adequado planejamento e fiscalização municipal.

## REFERÊNCIAS

- Brasil (1965). Lei Federal n.º 4771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal.
- Brasil (1989). Lei Federal n.º 7803, de 18 de julho de 1989. Altera a redação da Lei n.º 4771, de 15 de setembro de 1965, e revoga as Leis n.ºs 6535, de 15 de junho de 1978, e 7511, de 7 de julho de 1986.
- Mello A.Y.I., Souza A.A. (2008). Análise das ocupações em Áreas de Preservação Permanente em São José dos Campos/SP. *Anais XIII SILUBESA – Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Belém/PA, 2008. p. 1-9.
- Neter J., Kutner M.N., Nachtsheim C.J., Wasserman W. (1996). *Applied linear statistical models*. Boston: WCB/McGraw-Hill, 4 Ed. 791 p.
- PDDI (2006). Plano diretor de Desenvolvimento Integrado. PDDI – Diagnóstico. *Prefeitura Municipal de São José dos Campos*. São José dos Campos, 2006.

**Agradecimentos.** –Secretaria de Planejamento Urbano (SPU) - Prefeitura Municipal de São José dos Campos/SP e Núcleo de Estudos de População - NEPO/UNICAMP.