



## **A EQUAÇÃO DO DESFLORESTAMENTO NO MUNICÍPIO DE MOCAJUBA: UMA APLICAÇÃO DA ANÁLISE MULTIVARIADAS NOS ANOS 2000 À 2014**

**Heriberto Wagner Amanajás Pena – UEPA**

**Afonso Luís Segotwick Sarmanho Beltrão - UEPA**

**Arthur Gustavo de Andrade Tavares - UEPA**

### **RESUMO**

Ao longo das últimas décadas, mais especificamente, na primeira década do século XXI, a Amazônia sofreu uma diminuição de 55% (6.454 km<sup>2</sup> em 2010 comparado com 11.633 em 2007) nos números relacionados à área anual desmatada, segundo dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) para o ano de 2010. Os principais motivos desta diminuição são as políticas públicas e o aumento das campanhas publicitárias voltadas ao meio ambiente. Este trabalho tem como objetivo fazer um levantamento dos dados de desmatamento no município de Mocajuba no Estado do Pará, pertencente a área da Amazônia legal. Fundado em 1895, o município possui um dos trinta maiores IDH da região norte do país, bem como atividades de potencial risco de desmatamento. Com os dados do município, irá se proceder com a análise destes dados por meio de ferramentas avançadas de estatística para se traçar e identificar os focos de maior desmatamento no município, bem como monitorar as áreas com maior impacto ao ambiente.

**Palavras-chave:** Desflorestamento; Dinâmica Regional e Estrutura Produtiva

## **ABSTRACT**

Over the past decades, more specifically in the first decade of this century , the Amazon dropped by 55% ( 6,454 km<sup>2</sup> in 2010 compared with 11,633 in 2007) in the numbers related to the annual deforested area , according to the National Research Institute Space (INPE ) for the year 2010. The main reasons for this decrease are the public policies and the increase in advertising campaigns focused on the environment. This paper aims to survey the deforestation data in Mocajuba municipality in the state of Pará, that belongs to the área knowns as the Legal Amazonia. Founded in 1895, the city has one of the thirty largest HDI in the northern region of the country, as well as potential risk of deforestation activities. The data in the municipality, will proceed with the analysis of these data by using advanced statistical tools to trace and identify the highest deforestation focus in the city , as well as monitor the areas with greatest impact on the environment.

**Keywords:** Deforestation; Regional and Productive Structure Dynamics Deforestation; Regional and Productive Structure Dynamics

## **1. INTRODUÇÃO**

Nas últimas décadas no Brasil, em especial a Amazônia nunca estiveram com evidencia, no que tange o desmatamento, que é processo resultante do crescimento das atividades econômicas e produtivas, em especial, o crescimento populacional, que invadem os espaços naturais, como as floretas (BRASIL ESCOLA).

As causas dos desmatamentos na Amazônia Legal têm origens múltiplas e convergentes, onde diversos impactam nestes processos, para uma elucidação seja feita

é preciso apurar as interações globais e locais, que mostre como o efeito das relações de globalização e a dinâmica do mercado local demandam em demasia dos recursos naturais dispostos pela natureza (CASTRO, 2005). Para o monitoramento da região amazônica conta-se com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) onde tem-se para a região em questão o Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM), que através do Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia (PRODES), o monitoramento realizado é através de satélites, este programa disponibiliza dados anuais de desmatamento na região da Amazônia Legal (INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA).

Tratando também do Estado do Pará, nas últimas décadas informações relevantes sobre o desmatamento foram adquiridas através da dinâmica econômica praticada por este Estado brasileiro (AMANAJÁ PENA, 2011), para controlar esse processo o governo brasileiro lança mão de mecanismos legais para como, licenciamento agropecuário e o monitoramento por satélite (BARRETO & ARAÚJO, 2012, apud, OLIVEIRA JUNIOR & CARVALHO JUNIOR, 2013).

Como o assunto do desmatamento se encontra atual e vivente não só no Brasil, mas sim em unidades menores da federação e que o desmatamento tem um apelo internacional, acha-se de grande importância o estudo sobre este processo. Tendo em vista a situação em debate este trabalho irá estudar o efeito do desmatamento no município de Mocajuba no Estado do Pará, através de cálculos estatísticos e um estudo da literatura vigente sobre o assunto.

## **2. METODOLOGIA**

### **2.1 Área de estudo**

Será objeto de estudo deste artigo o município de Mocajuba, situado em uma latitude 02°35'03" sul e a uma longitude 49°30'26" oeste na região de integração do Estado do Pará do Tocantins (SECRETARIA DE ESTADO DE PESCA E AQUICULTURA, SEPAq) este município em 2014 teve uma população aferida em 28.933 habitantes, um espaço territorial de 870,809 km<sup>2</sup> contando com uma densidade demográfica de 30,70 habitantes por km<sup>2</sup> (INSTITUTO RASILEIRO DE GOEGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2014). A figura 1 mostra o mapa via satélite do município de Mocajuba.

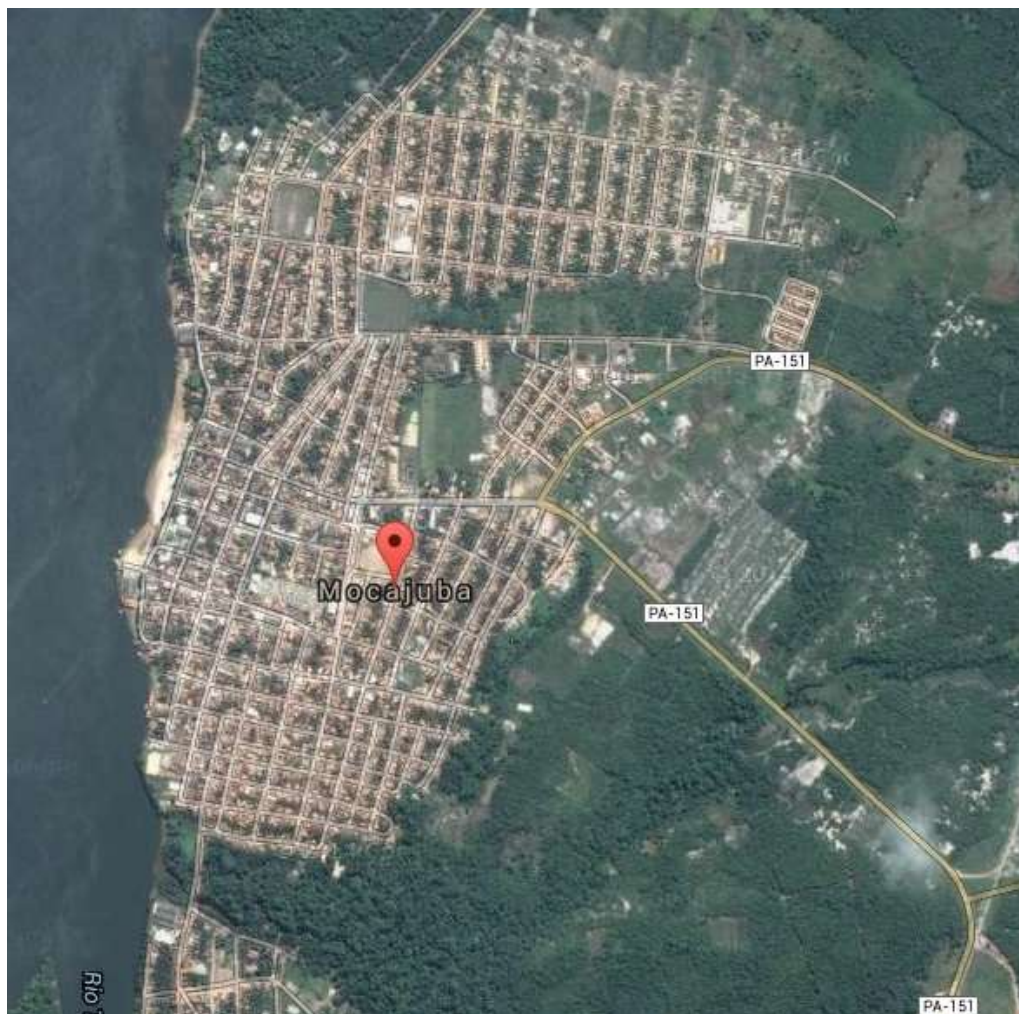
Este município pertence ao domínio da Amazônia Legal, tem uma área que abrangem os Estados do Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins e, uma fração, do Estado do Maranhão (SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DA AMAZÔNIA, 2014). Para uma melhor visualização, a tabela 1 abaixo mostra as taxas anuais de desmatamento no Estado do Pará onde o município de Mocajuba é integrante e como também mostra os números referentes a área da Amazônia Legal, na qual também o referido município faz parte.

Tabela 1: Taxa do desatamento anual em Km<sup>2</sup> anual.

Estados\A	2004	2005	2006	2007	2008	200	201	201	201	201	201
no						9	0	1	2	3	4
<b>Pará</b>	8870	5899	5659	5526	5607	428	377	300	174	234	182
						1	0	8	1	6	9
<b>Amazônia</b>	<b>2777</b>	<b>1901</b>	<b>1428</b>	<b>1165</b>	<b>1291</b>	<b>746</b>	<b>700</b>	<b>641</b>	<b>457</b>	<b>589</b>	<b>484</b>
<b>Legal</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>8</b>

Fonte: Adaptado de INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA, 2014.

Figura 1: Imagem via satélite do município de  
Mocajuba



Fonte: Google Earth, adaptada, 2014.

## 2.2 Ferramentas utilizadas na análise

Para a realização desta análise, foram utilizados dois *softwares*: Microsoft Office Excel, ferramenta de geração de planilhas e IBM SPSS (Statistical Package for Social Science), ferramenta de análise de dados utilizando técnicas estatísticas avançadas.

O SPSS realizou análises fatoriais de variáveis como uma combinação linear dos fatores comuns que irão explicar a parcela da variância de cada uma. A parte explicada por fatores comuns se chama continuidade e a parte não explicada se chama especificidade. A continuidade varia de 0 a 1, sendo que quanto mais próximo de 0, menos explicada está a variância e quando mais próximo de 1, mais variâncias são explicadas pelo fator comum. Para realizar essa análise fatorial, Hair et al. (1998) estabelece parâmetros: Tinha-se no início uma tabela contendo as principais atividades desenvolvidas no município de Mocajuba, nas colunas, e os valores e respectivos anos, nas linhas. Esta tabela foi rodada no SPSS através da rotação ortogonal VARIMAX, que é método é o mais comumente utilizado e minimiza o número de variáveis, com altas cargas sobre o fator, reforçando a interpretabilidade dos fatores, Hair et al. (1998). Após isto, obtiveram-se todas as tabelas necessárias para realização da análise e obtenção dos resultados. Dentre elas tem-se o KMO e Bertlett, matriz componente rotacionado e comunalidade. Com estas novas tabelas, utilizou-se os fatores de correlação F1 e F2, juntamente com os valores de desflorestamento anual, dentre o período de 2000 a 2012 para se elaborar uma nova tabela e realizar a regressão da mesma, no *software* Microsoft Excel, e assim proceder com a análise de resultados.

Após a rotação e a interpretação dos fatores, Malhotra (2004) e Hair et al. (1998) mostram que é necessário o cálculo das cargas fatoriais. Cada variável possui, para cada fator encontrado, um *score* fatorial. O peso, ou coeficiente das cargas fatoriais, pode ser obtido na matriz de coeficientes de cargas fatoriais.

### **2.3 Análise Fatorial**

Esta ferramenta é utilizada para analisar a estrutura da correlação de muitas variáveis, definindo um conjunto de dimensões cujo objetivo é facilitar a compreensão dos fatores. Esta técnica possibilita identificar as dimensões isoladas da estrutura de

dados, segundo Santana (2007), e determinar o grau em que cada variável é explicada por cada dimensão ou fator. Após este processo, a análise pode ser empregada para reduzir a quantidade de dados, facilitando e simplificando a análise.

Neste trabalho, utilizou-se esta técnica para limitar os dados a uma tabela contendo a quantidade de desflorestamento e o F1 e F2, que são fatores das correlações. A adequação da análise foi feita no *software* SPSS, através dos testes Bartlett e KMO.

Determinar estes índices facilita a classificação dos municípios, neste caso limitado a um município, segundo uma dinâmica de desflorestamento e permite agrupá-los em um padrão hierárquico, Ferreira (1989).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos cálculos das variáveis do município de Mocajuba, foram obtidos o valor do KMO o teste de Bartlett mostrados na figura 2:

Quadro 1: Valores do KMO e teste de Bartlett.

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy		,509
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	82,885
	df	28
	Sig.	,000

Fonte: Dados dos autores. 2014.

O valor do KMO foi de ,509 mostrando, que o modelo fatorial apresentou um nível satisfatório de ajuste aos dados e revela que as variáveis se correlacionam, para o teste de Bartlett o resultado foi de 82,885 indicando que as correlações feitas, apriori, tem significância para 1% de probabilidade, portanto, a matriz de correlação não é diagonal.

A figura 2 mostra os resultados da variância total obtida nos cálculos do software:

Figura 2: Variância total obtida.

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	3,376	42,195	42,195	3,376	42,195	42,195	3,243	40,534	40,534
2	2,615	32,684	74,879	2,615	32,684	74,879	2,748	34,345	74,879
3	,888	11,104	85,983						
4	,495	6,189	92,172						
5	,393	4,914	97,086						
6	,190	2,374	99,460						
7	,038	,474	99,934						
8	,005	,066	100,000						

Fonte: Dados do Autores. 2014

Os valores obtidos pela rotação inicial para possíveis oito fatores e seus relativos e seu poder de explicação através dos “autovalores”, onde dois fatores mostraram significância na base de dados presentes no cálculo, tendo um índice de variância de aproximadamente 74,88%, mostrando satisfazer o quesito de porcentagem da variância.

Na Tabela 2 é matriz dos componentes rotacionados pelo método varimax, são verificados os valores dos fatores significativos para a análise do desmatamento:

Tabela 2: Matriz de componentes rotacionados.

	<i>Componentes</i>	
	F1	F2
<i>Arroz (em casca)</i>	,852	,160
<i>Mandioca</i>	-,928	,166
<i>Milho (em grão)</i>	,438	,803
<i>Cacau (em amêndoa)</i>	,470	,289



<i>Coco-da-baía</i>	-,768	-,201
<i>Pimenta-do-reino</i>	-,329	,837
<i>Madeira em tora (metros cúbicos)</i>	,882	-,287
<i>Bovino</i>	-,353	,885

FONTE: Dados dos Autores. 2014.

Os fatores a serem escolhidos são os maiores valores presentes na linha na direção esquerda para a direita, os fatores são escolhidos pela sua carga fatorial em módulo (SANTANA, 2007). Logo as variáveis arroz, mandioca, coco-da-baía e madeira em tora fazem parte do fator 1 identificado como sendo agrosilvo, indicando as atividades de agricultura e cultivo de madeira, já as variáveis milho, pimenta-do-reino e bovino caracterizam o fator dois denominado de agropastoril, contendo as atividades agrícolas e de rebanho bovino.

Figura 3: Resultados da técnica de regressão.

<i>Estatística de regressão</i>								
R múltiplo	0,899871693							
R-Quadrado	0,809769064							
R-quadrado ajustado	0,767495523							
Erro padrão	0,934873175							
Observações	12							
	<i>Coefficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>	<i>95% inferiores</i>	<i>95% superiores</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Interseção	488,9218687	0,273054917	1790,562	2,69E-26	488,3041756	489,5395619	488,3041756	489,5395619
0,86959	-1,736330499	0,281667639	-6,16447	0,000166	-2,373506964	-1,099154034	-2,373506964	-1,099154034
-1,3614	0,387600536	0,297951179	1,300886	0,225616	-0,286411857	1,061612929	-0,286411857	1,061612929

Fonte: Dados dos Autores. 2014.

A partir do resultado obtido na regressão foi obtido a equação de desmatamento a qual é descrita abaixo:

$Ax = +0,86959 As - 1,3614 Ap$ . (Equação 1).

Onde:

Ax: Área desmatada;

As: Agrosilvo;

Ap: Agropastoril.

A equação de área desmatada encontrada após a análise de regressão mostra que a mesma sofre influência dessas dinâmicas de apropriação do solo.

## **CONCLUSÃO**

Conclui-se que após as devidas análises, os métodos utilizados no presente trabalho coadunam com a literatura abordada ao longo deste, assim tendo a capacidade analítica sobre o desmatamento no município de Mocajuba no intervalo temporal de 2000 à 2014. Também foram encontrados os fatores das variáveis com uma influência significativa, no que tange o flagelo do desmatamento.

Findando este artigo, foi possível de maneira prática aplicar métodos estatísticos eficientes, mostrando a importância, para os profissionais da área ambiental possam monitorar de maneira mais eficaz as atividades que impactam de maneira negativa o meio ambiente.

## REFERENCIAS

**AMANAJÁS PENA, Assis Aoliveira y da Silva Campos:** *Análise multivariada e identificação dos padrões de desflorestamento no estado do Pará-Amazônia-Brasil, 2000 á 2009*, en Contribuciones a las Ciencias Sociales, agosto 2011.

AMAZÔNIA, Superintendência de Desenvolvimento da. **Área de atuação.** Disponível em:< <http://www.sudam.gov.br/amazonia-legal/area-de-atuacao>>. Acesso em: 18 dez. 2014.

BRASIL ESCOLA (Comp.). **O Desmatamento.** Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/geografia/o-desmatamento.htm>>. Acesso em: 18 dez. 2014.

CASTRO, Edna. **Dinâmica socioeconômica e desmatamento na Amazônia.** Novos Cadernos NAE. V.8, Ex. 2, p. 5-39. Pará. 2005.

Coordenação geral de observação da terra (Org.). **PROJETO PRODES: MONITORAMENTO DA FLORESTA AMAZÔNICA BRASILEIRA POR SATÉLITE.** Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php>>. Acesso em: 18 dez. 2014.

ESTATÍSTICA, Instituto Brasileiro de Geografia e **Mocajuba**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=150460&search=para|mocajuba|infograficos:-informacoes-completas>>. Acesso em: 18 dez. 2014.

FERREIRA, C. M. de C. **Métodos de regionalização**. In: HADDAD, P. R. (org.) Economia Regional: teorias e métodos de análise. Fortaleza: BNB, ETENE, 1989.

HAIR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. **Multivariate data analysis**. 4 ed. New Jersey: Prentice Hall, 1998. 730p.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (Org.). **Taxas de Desmatamento da Amazônia Legal**. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br>>. Acesso em: 18 dez. 2014.

INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA (Org.). **Desmatamento da Amazônia**. Disponível em: <<http://www.ipam.org.br/saiba-mais/Desmatamento-em-Foco/9>>. Acesso em: 18 dez. 2014.

MALHOTRA, N. K. **Marketing research**. 4 ed. New York: Prentice Hall, 2004. 864p.

OLIVEIRA JUNIOR, Luis Augusto; CARVALHO JUNIOR, José Gracildo de. Modelagem de desmatamento em 30 municípios da região sudeste do Pará. **Simpósio**

**Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Foz do Iguaçu, v. 1, n. 16, p.6775-6782, abr. 2013.

REZENDE, M. L. **Utilização da Análise Fatorial para Determinar o Potencial de Crescimento Econômico em uma Região do Sudeste do Brasil**, Minas Gerais, Revista Economia e Desenvolvimento, n. 19, 2007.

SANTANA, A.C. de. **Índice de desempenho competitivo das empresas de polpa de frutas do Estado do Pará**, RER, Rio de Janeiro, vol. 45, nº 03. 2007.

SECRETARIA de Estado de Pesca e Aquicultura (Org.). **Nossas regionais**. Disponível em: <<http://www.sepaq.pa.gov.br/?q=node/129>>. Acesso em: 18 dez. 2014.

SPSS. **SPSS Base 7.5 applications guide**. Chicago: SPSS Inc., 1997.