

**BRASIL – MAYO 2015**

## **ANALISE MULTIVARIADA SOBRE A DINÂMICA ECONÔMICA ASSOCIADA AO DESFLORESTAMENTO NO MUNICÍPIO DE CUMARU DO NORTE NO ESTADO DO PARÁ-BRASIL**

**Marcelo Santos Chaves<sup>1</sup>**

[modelo.doma@gmail.com](mailto:modelo.doma@gmail.com)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA)

**Heriberto Wagner Amanajás Pena<sup>2</sup>**

[heripena@yahoo.com.br](mailto:heripena@yahoo.com.br)

Universidade Estadual do Pará (UEPA)

**José Luiz Ferreira Fonseca<sup>3</sup>**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA)

[jluiz250@yahoo.com.br](mailto:jluiz250@yahoo.com.br)

### **Resumo**

Diante do preocupante percentual de 40% de desmatamento verificado no período recente na Amazônia legal, como vem se comportando a escalada do desmatamento em Cumaru do Norte, município brasileiro localizado no sudeste do estado do Pará? Quais os componentes econômicos que fazem uso do solo e que estão associados ao incremento do desmatamento naquela municipalidade? Como compreender a atual dinâmica nas relações entre desmatamento e atividades silvipastoris, pecuárias e agrícolas neste município? É sob estas inquietações que o presente artigo se propõe a firmar um juízo preliminar sobre a atual dinâmica das atividades econômicas de uso do solo associadas ao desmatamento no município paraense de Cumaru do

---

<sup>1</sup> Bacharel em Ciências Econômicas pela Universidade Federal do Pará (UFPA), graduado em Licenciatura Plena em Matemática pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), especialista em Matemática Financeira e Estatística pela Universidade Cândido Mendes (UCAM/RJ) e pesquisador do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID-Matemática) do IFPA.

<sup>2</sup> Bacharel em Ciências Econômicas pela Universidade da Amazônia (UNAMA), mestre Economia pela UNAMA, Doutorado em Ciências Agrárias pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), técnico em gestão pública da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará (SEMAS), e professor Adjunto da Universidade Estadual do Pará (UEPA).

<sup>3</sup> Graduado em Licenciatura Plena em Matemática pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA) e Pesquisador do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID-Matemática) do IFPA.

Norte, por meio da identificação dos fatores econômicos, em plena atividade naquele município, que mais promovem transformações em seu ecossistema. Para o alcance de tais pretensões, tomaremos por fulcro metodologias de Análise Multivariada, fazendo uso do instrumento computacional *SPSS 19.0*, bem como será desenvolvido um modelo de Regressão Linear Múltipla, fazendo uso do *Excel 2010* e seu suplemento *ANOVA*, objetivando firmar um modelo econométrico, com grau de adequabilidade estatística robusta, e habilitado a explicar, em termos relativos e absolutos, os efeitos que as atividades ligadas à agricultura tradicional, ao agronegócio e a agropecuária provocam no ecossistema de Cumaru do Norte.

**Palavras-Chave:** Amazônia - Desflorestamento - Componentes Econômicos

### Resumen

Dado el alarmante porcentaje de 40% de la deforestación ocurrido en los últimos años en la Amazonía, como se ha comportando escalada deforestación en el Cumaru do Norte, municipio brasileño ubicado en el sureste de Pará? ¿Cuáles son los componentes que hacen uso económico de la tierra y que están vinculados al aumento de la deforestación en ese municipio? ¿Cómo entender la dinámica actual de la relación entre la deforestación y las actividades silvopastoriles, la ganadería y la explotación en este país? Es bajo estas preocupaciones que este artículo tiene por objeto establecer un juicio preliminar sobre la dinámica actual de las actividades económicas de uso de la tierra asociados con la deforestación en el municipio de Pará Cumaru do Norte, a través de la identificación de los factores económicos, en plena actividad en ese municipio que promuevan más cambios en su ecossistema. Para el alcance de estas reivindicaciones, tomaremos unas metodologías básicas de análisis multivariado, utilizando la herramienta computacional *SPSS 19.0*, y desarrollaremos un modelo de regresión lineal múltiple, usando *Excel 2010* y su suplemento *ANOVA*, con el objetivo de firmar un modelo econométrico, con grado de adecuación estadística robusta y capaz de explicar, en términos relativos y absolutos, los efectos de las actividades relacionadas con la

agricultura tradicional, la agroindustria y la agricultura en el norte de causa Cumaru ecosistema.

**Palabras clave:** Amazon - Deforestación - Componentes económicos

### **Abstract**

Given the alarming percentage of 40% of deforestation occurred in recent years in Amazonia, as has been behaving deforestation climbing in Cumaru do Norte, Brazilian municipality located in the southeast of Pará? What are the components that make economic use of land and are linked to increased deforestation in that municipality? How to understand the current dynamics in the relationship between deforestation and silvopastoral activities, livestock and farm in this county? It is under these concerns that this article aims to establish a preliminary judgment on the current dynamics of the economic activities of land use associated with deforestation in Pará municipality of Cumaru do Norte, through the identification of economic factors, in full activity in that municipality that promote more changes in their ecosystem. For the scope of these claims, we will take a core methodologies of Multivariate Analysis, using the computational tool SPSS 19.0, and will develop a multiple linear regression model, using Excel 2010 and its supplement ANOVA, aiming to sign an econometric model, with degree of robust statistical adequacy, and able to explain, in relative and absolute terms, the effects of the activities related to traditional agriculture, agribusiness and agriculture cause in North Cumaru ecosystem.

**Key-words:** Amazon - Deforestation - economic Components

## 1. Introdução

Informações divulgadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) afirmam que entre 2012 e 2013 a taxa de desflorestamento da Amazônia legal alcançou 28%. O INPE divulga ainda que, entre novembro de 2014 e janeiro de 2015 o desmatamento teve uma elevação de 40% em relação ao trimestre anterior, perfazendo uma perda total de floresta da ordem de 219 km<sup>2</sup>, sendo que o estado do Mato Grosso atingiu 179,61 km<sup>2</sup> (maior taxa), seguindo pelo estado do Pará, com a marca de 56,8 km<sup>2</sup> de área desflorestada. Com isso, não restam dúvidas quanto a necessidade de, seja pela via acadêmica ou pela via governamental, construir instrumentos e ferramentas científicas capazes de diagnosticar com precisão os principais vetores causadores deste fenômeno nocivo a toda comunidade mundial.

O município de Cumaru do Norte, situado no sudeste do estado do Pará, consta oficialmente na lista do Ministério do Meio Ambiente (MMA), constituída pelos municípios prioritários<sup>4</sup> para desenvolvimento de ações de monitoramento e combate ao desmatamento com o apoio do governo federal. Diante do preocupante percentual de 40% de desmatamento verificado no período recente na Amazônia legal, como vem se comportando a escalada do desmatamento em Cumaru do Norte? Quais os componentes econômicos que fazem uso do solo e que estão associados ao incremento do desmatamento naquela municipalidade? Como compreender a atual dinâmica nas relações entre desmatamento e atividades silvipastoris, pecuárias e agrícolas neste município?

É sob estas inquietações que o presente artigo se propõe a firmar um juízo preliminar sobre a atual dinâmica das atividades econômicas de uso do solo associadas ao desmatamento no município paraense de Cumaru do Norte, por meio da identificação dos fatores econômicos, em plena atividade naquele município, que mais promovem transformações em seu ecossistema.

Para o alcance de tais pretensões, tomaremos por fulcro metodologias de Análise Multivariada, fazendo uso do instrumento computacional *SPSS 19.0*,

---

<sup>4</sup> Lista instituída pela Portaria Ministerial nº 28/2008.

bem como será desenvolvido um modelo de Regressão Linear Múltipla, fazendo uso do *Excel 2010* e seu suplemento *ANOVA*, objetivando firmar um modelo econométrico, com grau de adequabilidade estatística robusta, e habilitado a explicar, em termos relativos e absolutos, os efeitos que as atividades ligadas à agricultura tradicional, ao agronegócio e a agropecuária provocam no ecossistema de Cumaru do Norte.

## 2. Materiais e Métodos

### 2.1. Área de Observação

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o município de Cumaru do Norte está situado na mesorregião sudeste do estado do Pará e na Microrregião de São Félix do Xingu (Figura 1). Ostenta atualmente uma população da ordem de 12.069 habitantes segundo a Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais do IBGE. Detém um território de 17.085 km<sup>2</sup>, e deste, 8.496,50 km<sup>2</sup> correspondem a área de remanescente florestal (INPE/PRODES, 2011), e 11.450 km<sup>2</sup> de área oficialmente registrada no cadastro Ambiental Rural (CAR). Igualmente, cabe ressaltar o fato de que, no período de 08/2012 a 07/2013, foi contatado um desflorestamento da ordem de 37,67 km<sup>2</sup>, segundo informações do INPE/PRODES.

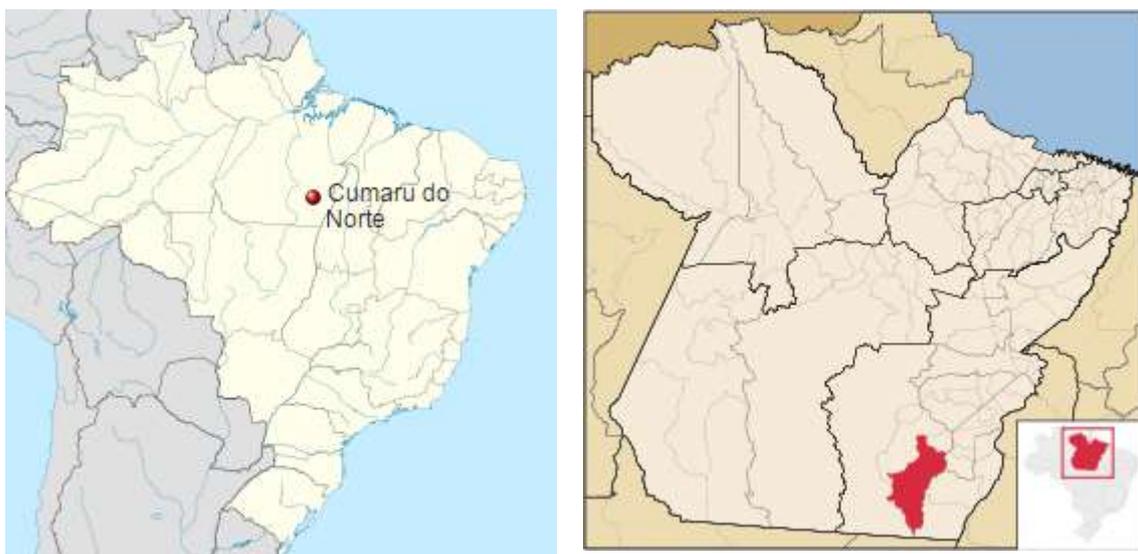


Figura 1: Localização Geográfica de Cumaru do Norte (PA) no Brasil

## 2.2. Métodos Utilizados

### I) Coleta de dados:

Efetou-se coleta de informações relativas às atividades econômicas de uso do solo existentes no espaço físico de Cumaru do Norte, bem como os totais de desflorestamento, em km<sup>2</sup>, para o período de 2000 até 2013. Para isso, foi utilizado o banco de dados do Sistema de Modelagem SIDRA/IBGE atinentes aos ramos da: silvicultura, pecuária, extração vegetal e produção agrícola. Em seguida, com a finalidade de sistematizar as informações, os dados obtidos foram transpostos para uma planilha do Microsoft Excel 2010.

Quanto série histórica de área total desflorestada, obteve-se estes dados do Programa de Desmatamento (PRODES), gerenciado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), que possui, entre suas missões institucionais, a responsabilidade de monitorar o comportamento do fenômeno desmatamento da Amazônica brasileira por meio de imagens de satélite. E da mesma forma, consolidou-se esta série histórica em uma planilha do Microsoft Excel 2010.

### II) Modelo Matemático

Pena (2010) compreende que para demonstração simplificada de uma dada realidade, na perspectiva teórica, é imperativo e conveniente o estabelecimento de um polinômio linear para fins de estimação, podendo ser este um modelo regressão simples com uma única variável regressora. Para facilitação na ilustração da metodológica, o modelo pode ser descrito da seguinte maneira:

$$A = \theta + \beta \cdot \omega \quad (1)$$

Onde:

$A$  = Área total desmatada

$\theta$  = intercepto da equação

$\beta \cdot \omega$  = representa a inclinação da equação

### III) Modelo Econométrico

Compreendido o modelo matemático, vamos a construção de um modelo estatístico, apto a superar as restrições deterministas da equação (1), de tal maneira a capitalizar no transcurso da inferição dos parâmetros, as resultantes aleatórias das variáveis especificadas no modelo. Desta forma, o modelo estatístico passa a se tornar um modelo de regressão linear, com duas variáveis regressoras, assim expresso:

$$A = \theta + \beta_1 \cdot \omega_1 + \beta_2 \cdot \omega_2 + \varepsilon \quad (2)$$

Onde:

$A$  = Área total desmatada

$\theta$  = intercepto da equação

$\beta_1 \cdot \omega_1$  = indica a inclinação da equação (1º fator)

$\beta_2 \cdot \omega_2$  = indica a inclinação da equação (2º fator)

$\varepsilon$  = erro estocástico

Santana (2007) infere que o termo *erro aleatório* ou *erro estocástico* ( $\varepsilon$ ) indica a todas as interposições em condições promover modificações no comportamento da variável dependente ( $A$ ), e que são exógenas a este modelo. Neste caso, este tipo de erro pode ser resultante de variáveis que foram retiradas no processo de especificação do modelo, com a finalidade de torna-lo mais robusto e significativo, resultando na permanência apenas dos dois fatores ( $\omega_1$  e  $\omega_2$ ) escolhidos para expressão do mesmo.

### IV) Tratamento de Dados

Objetivando o tratamento dos dados compilados fez-se uso de duas ferramentas computacionais. Para tabulação inicial dos dados importados da plataforma SIDRA/IBGE, utilizou-se o software *Excel versão 2010*, Figura 2 a baixo:

ANO	Baveva	Cacau	Cana-de-açúcar	Caju	Caju-de-leite	Laranja	Mandioca	Maracujá	Abacaxi	Arroz	Cereja-da-índia	Feijão	Mandioca	Melancia	Milho	Soja	Carvão	Lenha	Madeira	Bovino
2000	1800	540	50	50	30	30	50	30	7470	80	1830	2200	0	23400	0	3	1285	1814	195111	
2001	1800	540	50	50	30	30	50	30	7470	80	1830	2200	0	23400	0	3	1230	1786	197062	
2002	1800	540	50	50	30	30	50	30	7470	80	1830	2200	0	5000	0	3	1026	6975	200017	
2003	1800	540	50	50	30	30	50	30	7470	80	1830	2250	0	5000	0	3	1581	6543	213118	
2004	1300	350	50	45	30	10	40	30	5970	70	1800	2250	0	5100	0	3	4821	7213	611151	
2005	1300	350	50	45	30	10	40	30	5900	70	1800	1500	0	6100	0	3	4951	8306	548673	
2006	250	350	50	45	30	10	40	30	4000	70	450	350	0	7000	0	5	5276	9862	550712	
2007	250	350	50	45	30	10	40	30	4000	70	450	250	50	7000	0	5	6064	11239	447412	
2008	250	50	50	45	30	10	40	10	4000	70	350	250	50	7800	0	5	6341	10016	440378	
2009	250	50	50	45	30	10	40	10	4000	70	350	250	50	8000	0	5	5720	6712	588925	
2010	250	70	50	45	30	10	40	10	3900	70	3400	350	50	2400	0	3	4968	5853	618981	
2011	250	70	0	45	0	10	40	10	3500	70	350	350	50	2400	0	3	4663	5541	683072	
2012	370	100	0	50	0	30	30	20	4000	60	390	330	50	2500	2300	3	4844	10900	749278	
2013	100	15	0	30	0	10	5	10	500	40	190	180	30	2600	4000	3	5795	18000	821105	

Figura 2: Atividades Econômicas existentes em Cumaru do Norte em observação no Excel 2010.

Fonte: extraído do Excel 2010

Com fundamento nas informações sobre as atividades em declínio/substituição em Cumaru do Norte, apresentada por Pena (2013), e também com base nas informações do Registro Anual de Informações Sociais (RAIS) do Ministério do Trabalho (MTE), foi possível identificar no rol de atividades econômicas existentes neste município, aquelas de maior relevância na dinâmica econômica local. Dessa maneira exclui-se da análise a: cana-de-açúcar, banana, coco-da-baía, cacau, mamão, maracujá, abacaxi, melancia e laranja. Exclui-se também a atividade carvão, pelo fato da mesma, em nenhum dos cenários fatoriais, apresentar correlações com as demais atividades listadas na Figura 2. Daí a base de dados consolidada para a compreensão da dinâmica econômica associada ao desmatamento em Cumaru do Norte restringiu-se as seguintes atividades econômicas:

Arroz
Mandioca
Soja
Lenha
Madeira
Bovino
Feijão
Milho

Tabela 1: principais atividades econômicas Cumaru do Norte (PA)

Para tratamento e modelagem das atividades econômicas utilizou-se o software *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versão 19.0* com a finalidade de viabilizar uma Análise Multivariada (AM), na objetivando a obtenção de um diagnóstico preliminar das múltiplas variáveis (atividades) distintas, de maneira que o mesmo ilustre o patamar de correlações existentes entre as atividades econômicas identificadas na área geográfica compreendida por Cumaru do Norte.

	AVO	Barro	Caca	Café	Carotótilo	Laranja	Mandioca	Mangost	Albacor	Amê	Carabaciça	Feijão	Mandioca	Melancia	Milho	Soja	Carvão	Leite	Melancia	Doce
1	2000	1800	540	00	00	30	20	00	30	7470	80	1970	2200	0	2040	0	3	2000	3910	19510
2	2001	1800	540	00	00	30	20	00	30	7470	80	1970	2200	0	2040	0	3	2000	3910	19510
3	2002	1800	540	00	00	30	20	00	30	7470	80	1970	2200	0	2040	0	3	2000	3910	19510
4	2003	1800	540	00	00	30	20	00	30	7470	80	1970	2200	0	2040	0	3	2000	3910	19510
5	2004	1300	390	00	00	40	30	10	40	5970	70	1800	2200	0	2100	0	3	4821	7210	31110
6	2005	1300	390	00	00	40	30	10	40	5970	70	1800	2200	0	2100	0	3	4591	8300	54070
7	2006	250	300	00	00	40	30	10	40	3000	70	400	300	0	2000	0	3	5070	3000	55070
8	2007	250	300	00	00	40	30	10	40	3000	70	400	300	0	2000	0	3	5070	3000	55070
9	2008	250	300	00	00	40	30	10	40	3000	70	400	300	0	2000	0	3	5070	3000	55070
10	2009	250	300	00	00	40	30	10	40	3000	70	400	300	0	2000	0	3	5070	3000	55070
11	2010	250	300	00	00	40	30	10	40	3000	70	400	300	0	2000	0	3	4900	8800	83880
12	2011	250	300	00	00	40	30	10	40	3000	70	400	300	0	2000	0	3	4800	8800	83880
13	2012	270	180	00	00	50	30	20	50	4200	90	300	300	0	2500	2000	3	4844	16000	74070
14	2013	250	150	00	00	50	30	20	50	3800	90	300	300	0	2000	2000	3	5700	18000	82180

Figura 3: principais Atividades Produtivas de Cumaru do Norte, importadas para SPSS 19.0  
Fonte: extraído do SPSS 19.0

Uma vez determinadas as atividades a serem analisadas fatorialmente pelo método de rotação varimax na plataforma do SPSS, utilizou-se dois testes de hipóteses com fito de avaliar a confiabilidade das cargas fatoriais:

1 - teste de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) apresenta a proporção da variância dos dados que pode ser compreendida como comum a todas as variáveis (atividades) distintas, ou seja, que pode ser atribuída a um fator comum, incorrendo que: quanto mais próximo de uma unidade, mais adequada é a amostra para aplicação da análise fatorial. Na avaliação de Hair *et al.* (2006) a partir de 0,5 tem-se um indicador de consistência interna admissível;

2 - teste de esfericidade de Bartlett, que analisa a significância geral da matriz de correlação, ou seja, testa a hipótese nula de que a matriz de correlação é uma matriz identidade.

A partir da AM via SPSS foi gerado de 3 (três) fatores, que correspondem cada um a um rol de atividades econômicas que mantém entre si intensa correlação, e dessa maneira passam a serem ilustradas na forma de fatores.

Seguindo ainda no tratamento de dados, os escores correspondentes as cargas fatoriais geradas no SPSS foram analisados juntamente com os valores acumulados de desflorestamento no município de Cumaru do Norte - obtidos a partir da base de dados do INPE/PRODES – no ambiente do *Excel* por meio de uma regressão linear múltipla, com a finalidade a construção de um modelo econométrico, habilitado a explicar nível desmatamento provocados pelas principais atividades econômicas neste município.

Abaixo um fluxograma foi elaborado para facilitar a compreensão do processo de tratamento e modelagem:

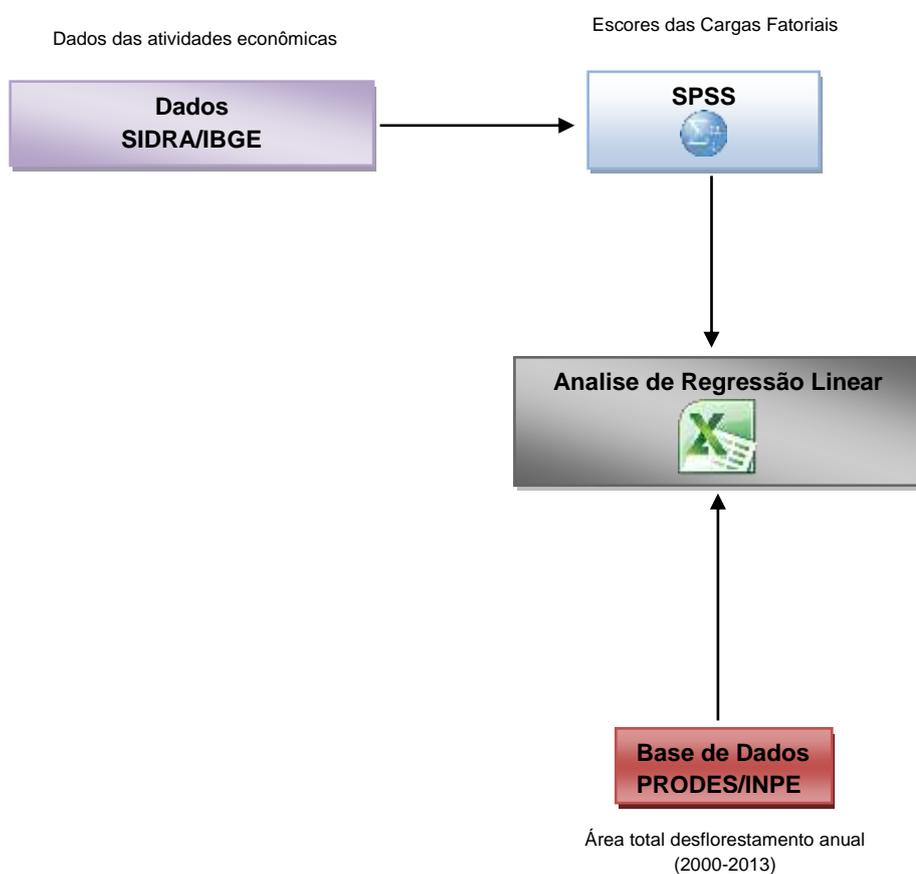


Figura 4: Fluxograma de tratamento e modelagem dos dados.

Fonte: elaborado pelos autores

### 3. Discussão dos Resultados

A partir da técnica de AM, pelo método da Análise Fatorial (AF), efetuada na plataforma do SPSS, foi possível a produção dos testes Bartlett e KMO. O teste de Bartlett convalidou a significância nas correlações das

atividades ao nos apresentar um valor de 96,345, indicando que as correlações são significantes a um nível de 1% de probabilidade. O teste KMO, com valor de 0,582 nos informa que o arranjo fatorial (em 3 fatores) possui um nível relevante de adequabilidade, conforme se pode inferir na Tabela 2.

*Tabela 2: Teste KMO e Teste de Bartlett.*

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,582
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	96,345
	df	28
	Sig.	,000

*Fonte: extraído do SPSS 19.0*

Ainda na análise estatística no SPSS, obtivemos do mesmo, além dos testes KMO e Bartlett, os valores da variância total explicada apresentada na Tabela 3. Nela é possível constatar que os primeiros três fatores (na coluna component) explicam aproximadamente 90,17% da variância total dos dados, percentual este altamente satisfatório e robusto pelo critério da porcentagem da variância.

*Tabela 3: Matriz da variância total explicada*

Component (3)	Initial Eigenvalues (1)			Rotation Sums of Squared Loadings (2)		
	Total (4)	% of Variance (5)	Cumulative % (6)	Total (7)	% of Variance (8)	Cumulative % (9)
1	5,181	64,763	64,763	3,179	39,739	39,739
2	1,278	15,975	80,738	2,249	28,111	67,851
3	,754	9,431	90,169	1,785	22,319	90,169
4	,317	3,957	94,126			
5	,192	2,394	96,520			
6	,169	2,111	98,631			
7	,102	1,274	99,906			
8	,008	,094	100,000			

*Glossário:*

- (1) Autovalores iniciais
- (2) Soma do quadrado das Cargas Rotacionais
- (3) Componentes ou 8 fatores possíveis
- (4) Auto valores dos fatores
- (5) Percentual da Variância
- (6) Percentual Cumulativo da Variância
- (7) Auto valor rotacionado

(8) Percentual da Variância

(9) Percentual Cumulativo

Fonte: adaptado de PENA (2013) e SPSS 19.0

Torna-se conveniente neste momento examinar as cargas fatoriais significativas na matriz rotacionada, com a finalidade de se atribuir uma nomenclatura para os fatores F1, F2 e F3 na Tabela 4. Nesta mesma Tabela as maiores cargas fatoriais verificadas na linha das variáveis estão vinculadas ao fator da matriz rotacionada, nesse sentido o “F1” que denominaremos de “Agricultura Tradicional”, é constituído de seis atividades (Arroz, Feijão, Mandioca e Lenha); o segundo fator “F2”, que explica mais de 22% da variância, denominaremos de “Agronegócio”, e é composto por Soja e Extração Madeireira; e o último fator “F3”, que atribuímos o nome de “Agropecuário” é composto por Bovinocultura e Milho.

Tabela 4: Matriz Rotacionada dos fatores

Matriz Rotacionada dos Fatores				Matriz Rotacionada dos Fatores			
Variáveis	Fatores			Variáveis	Fatores		
	F1	F2	F3		Agricultura Tradicional	Agronegócio	Agropecuário
Arroz	,712	-,425	,458	Arroz	,712	-,425	,458
Mandioca	,863	-,162	,350	Mandioca	,863	-,162	,350
Soja	-,094	,963	-,222	Soja	-,094	,963	-,222
Lenha	-,888	,079	-,304	Lenha	-,888	,079	-,304
Madeira	-,360	,902	-,037	Madeira	-,360	,902	-,037
Bovino	-,484	,407	-,681	Bovino	-,484	,407	-,681
Feijão	,838	-,353	,102	Feijão	,838	-,353	,102
Milho	,253	-,059	,915	Milho	,253	-,059	,915

Fonte: adaptado de SPSS 19.0

Uma vez materializada a AF, faz-se imperioso uma avaliação econométrica, composto pelos resultados do processo de regressão linear. Preliminarmente tem-se a disposição de uma equação fatorial a partir dos fatores obtidos e nomeados:

$$DES_{(CN)} = \theta + \beta_1 \cdot AT + \beta_2 \cdot AG + \beta_3 \cdot AP + \varepsilon \quad (3)$$

Onde:

$DES_{(CN)}$  = Área total desflorestada em Cumaru do Norte por ano, em relação a área total do município;  $\theta$  = representa o intercepto da equação ou valor médio da área total desflorestada quando os fatores ( $AT$ ;  $AG$ ;  $AP$ ) forem iguais à zero;  $(\beta_1, \beta_2, \beta_3)$  = correspondem aos coeficientes estimados pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários – MQO e mensuram as mudanças no valor médio de  $DES_{(CN)}$  resultante da variação unitária em um dos fatores, em *ceteris paribus*; ( $AT$ ;  $AG$ ;  $AP$ ) = correspondem aos regressores ou as variáveis explicativas do modelo, sendo estas: Agricultura Tradicional, Agronegócio e Agropecuária, respectivamente;  $\varepsilon$  = é o erro estocástico ou aleatório.

Agora tem-se a apresentação da base de dados a ser usada no modelo de regressão linear (3):

Tabela 5: Base de dados com escores fatoriais

Ano	Total Desmatamento (Km <sup>2</sup> )	Agricultura Tradicional	Agronegócio	Agropecuário
2000	4172,5	0,72531	0,10959	1,97156
2001	4608,7	0,78982	0,06962	1,91977
2002	4975,8	1,52133	-0,27368	-0,22289
2003	5324,8	1,33606	-0,46416	-0,24848
2004	5727	0,73575	-0,36431	-0,77135
2005	6307,4	0,50852	-0,31097	-0,42453
2006	6482,6	-0,97902	-0,31753	0,21189
2007	6774,6	-1,36379	-0,30293	0,58985
2008	6960,8	-1,54992	-0,49134	0,68772
2009	6998,1	-1,06727	-0,58491	-0,29281
2010	7041,7	0,30514	-0,81518	-1,51197
2011	7100,6	-0,59517	-0,75524	-0,86385
2012	7159,6	0,01205	1,84884	-0,44806
2013	7197,3	-0,3788	2,6522	-0,59687

Fonte: elaborada pelos autores

Os números que compõe a segunda coluna da Tabela 5 correspondem as áreas totais desflorestadas em Cumaru do Norte, por ano, em relação a sua área total, para o período de 2000 a 2013; os números que compõe as colunas dos fatores são escores fatoriais, e foram calculados a partir das cargas fatoriais, onde os mesmos substituirão as variáveis independentes da equação (3), para fins de processamento da regressão linear pretendida.

Feita a regressão linear dos dados da Tabela 5 no Excel 2010, preliminarmente obteve-se as informações ilustradas na Tabela 6. A mesma nos informa que o percentual de explicação para ao modelo atribuído pelo coeficiente de determinação ( $R^2$  ajustado) foi de 0,93879713, ou seja, aproximadamente 94,30% das variações na quantidade de áreas desmatadas em Cumaru do Norte são explicadas pelas variações nos fatores: Agricultura Tradicional, Agronegócio e Agropecuária; enquanto que apenas 5,7% correspondem a variações exógenas, provocadas por variáveis que não estão especificadas no modelo  $DES_{(CM)}$ . Estes percentuais podem ser observados na Tabela 6:

Tabela 6: Estatística de regressão

R múltiplo	0,977791608
R-Quadrado	0,956076428
R-quadrado ajustado	0,942899357
Erro padrão	249,7745759
Observações	14

Fonte: extraído do Excel 2010

No rol de testes de hipóteses estatísticas mais relevantes, tem-se a *Estatística F*, que no entendimento de Downing (1998) permite testar a existência de correlação entre os regressores em relação a variável dependente da equação (modelo), e assim concluir sobre a adequabilidade do modelo. Para fins de avaliação da *Estatística F* no modelo  $DES_{(CM)}$  fez-se uso do suplemento “Análise de Variância” (ANOVA) do Excel 2010, onde obteve-se os seguintes resultados:

Tabela 7: Análise de Variância (ANOVA)

ANOVA					
	gl	SQ	MQ	F	F de significação
Regressão	3	13579738,99	4526580	72,55606268	0,00000043
Resíduo	10	623873,3877	62387,34		
Total	13	14203612,38			

	Coefficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P
Interseção	6202,249589	66,75506336	92,91055	0,0000000
Agricultura Tradicional	-753,0151472	69,27498942	-10,8699	0,0000007
Agronegócio	191,9725061	69,27491536	2,771169	0,0197476
Agropecuário	-663,8602008	69,27496838	-9,58297	0,0000023

Fonte: extraído do Excel 2010

Em se tratando do modelo  $DES_{(CN)}$  a estatística  $F$  de significância, contida na Tabela 7, legitima o modelo definindo-o como significativo para explicar o desflorestamento em Cumaru do Norte, face o valor de 72,56 ser significativo a 1% de probabilidade de erro, o que nos possibilita rejeitar a hipótese nula. Com vistas a melhor avaliação dos resultados da ANOVA, torna-se necessário a apresentação consolidada da equação do modelo econométrico  $DES_{(CN)}$ , onde na Tabela 7 temos os valores correspondentes aos coeficientes dos fatores, do intercepto e das estatística  $t$  de cada coeficiente:

$$DES_{(CN)} = 6202,25 - 753,02 \cdot AT + 192 \cdot AG - 663,86 \cdot AP + \varepsilon \quad (4)$$

$(t=92,91) \quad (t=-10,87) \quad (t=2,78) \quad (t=-9,60)$

É possível inferir do modelo (4) que o fator Agronegócio impactar positivamente na quantidade total de área desflorestada, pois para cada uma unidade de escore variada em  $AG$ , *ceteris paribus*, tem-se aproximadamente 192 km<sup>2</sup> a mais de área desmatada a ser agregada a área total média de 6.202,25 km<sup>2</sup> desflorestada por ano no município de Cumaru do Norte.

#### 4. Considerações Finais

O presente artigo teve como finalidade a tentativa de se compreender a dinâmica econômica associada ao desflorestamento no município de cumaru do norte, a partir da identificação das variáveis econômicos, em plena atividade naquela municipalidade, que mais colaboram para conversão do ecossistema do mesmo.

Por meio das metodologias de AM (SPSS 19.0) e Regressão Linear (Excel 2010), foi possível a construção de um modelo econométrico, com alto grau de adequabilidade estatística, apropriado para explicar os impactos que as atividades ligadas à Agricultura Tradicional, Agronegócio e Agropecuária provocam no ecossistema de Cumaru do Norte. A partir dos resultados apresentados foi possível a constatação de que, se não ocorressem variações

nos fatores econômicos, o desmatamento médio total em Cumaru do Norte seria da ordem de 6.202,25 km<sup>2</sup>. Outro dado pertinente a ser ressaltado, é a franca expansão do agronegócio neste município. Mantido constante os demais fatores, somente esta atividade econômica levaria Cumaru do Norte a ostentar um desflorestamento total em torno de 6.394,22 km<sup>2</sup>/ano. Tal fenômeno pode ser explicado pelo fato da produção da Soja ter explodido naquela municipalidade. De acordo com os dados da plataforma SIDRA/IBGE, de 2000 a 2011, nenhuma atividade produtiva de soja foi verificada em Cumaru do Norte, porém, em 2012, nada que 2.500 hectares de platino desta cultura fora verificado neste município, passando, em 2013 a 4.000 hectares de terras cultivadas. Soma-se a isso a forte intensificação da atividade de extração de madeira, que incluída no fator agronegócio no modelo (4), saltou no ano 2000 de 7.813 m<sup>3</sup> extraídos para 18.093 m<sup>3</sup> em 2013.

Portanto, não restam dúvidas, a partir de um olhar econométrico, quanto impactos danosos das atividades soja e extração madeireira na transformação do ecossistema do município de Cumaru do Norte, e, a considerar que o mesmo ainda possui um remanescente florestal da ordem de 8.496,50 km<sup>2</sup>, se nenhuma ação governamental for efetivamente implementada com fito de conter o ritmo intenso destas atividades, toda esta floresta remanescente estará com seus dias contados.

## 5. Referências

< <http://portal.mte.gov.br/rais/>> Acesso em 21/11/2014.

< <http://www.ibge.gov.br/home/>> Acesso em 10/02/2015.

< <http://www.sidra.ibge.gov.br/>> Acesso em 10/02/2015.

<<http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodesmunicipal.php>> Acesso em 01/03/2015.

<<http://www.inpe.br/>> Acesso em 01/03/2015.

<<http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php>> Acesso em 01/03/2015.

CABRAL, E. R.; GOMES, S. C. **Gestão ambiental pública em municípios com forte correlação entre desmatamento e expansão da pecuária, da soja e da madeira.** Ensaios FEE, Porto Alegre, v. 34, n. 1, p. 167-194. Jul. 2013.

DOWNING, D.; WESTERFIELD, R.W. & BRADFORD, D.J. **Princípios administração financeira.** São Paulo: Saraiva,1998.

HAIR, Jr.; BLACK, W. C; BABIN, B. J; ANDERSON, R. E & TATHAM, R. L. **Multivariate Data Analysis.** 6ª edição. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall, 2006.

LAKATOS, E. M; MARCONI, M, A. **Metodologia do trabalho científico:** procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos. 7ªed. 7ª reimpr. São Paulo: Atlas, 2012.

PENA, H. W. A. **Métodos Quantitativos:** Metodologia de Análise Econométrica: Especificação e Análise a partir do método dos mínimos quadrados ordinários-M. Q. O. Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém- PA. 2010.

\_\_\_\_\_ **Modelagem da conversão de ecossistemas no contexto da economia:** uma análise aplicada ao município de Mojú, nordeste do estado do Pará. In: Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA. (tese de doutorado), Belém/PA - 2013.

SANTANA, A. C. **Índice de desempenho competitivo das empresas depolpa de frutas do Estado do Pará.** RER, Rio de Janeiro, vol. 45, nº 03, p. 000-000, jul/set 2007.

SARTOIRS, A. **Estatística e introdução a econometria**. São Paulo: Saraiva, 2003.