

BRASIL – MAYO 2015

## IDENTIFICAÇÃO DOS COMPONENTES ECONÔMICOS SUBJACENTES AO DESFLORESTAMENTO NO MUNICÍPIO DE SANTANA DO ARAGUAIA 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)

**Fernando Cardoso de Matos<sup>3</sup>**

[matos2001@gmail.com](mailto:matos2001@gmail.com)

Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas (PPGECM/UFPA)

### Resumo

Ante ao preocupante percentual de 40% de desflorestamento verificado no período recente na Amazônia legal, como vem se comportando a escalada do desmatamento em Santana do Araguaia, município brasileiro localizado no sudeste do estado do Pará? Quais os componentes econômicos que mais colaboram para aceleração no ritmo de desmatamentos naquela municipalidade? Como entender a atual dinâmica nas relações entre desflorestamento e atividades agrícolas, pecuárias e silvipastoris nesta localidade? É sob estas motivações que o presente artigo se propõe a constituir um juízo sobre a atual dinâmica do desflorestamento no município paraense de Santana do Araguaia, a partir da identificação dos componentes

---

<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> Doutorando em Educação em Ciências e Matemáticas pela Universidade Federal do Pará (UFPA), mestre em ciências ambientais pela Universidade de Taubaté (UNITAU), professor do curso de licenciatura Plena em Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), coordenador do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID-Matemática) do IFPA.

econômicos, em plena atividade naquela municipalidade, que mais impactam na transformação do ecossistema da mesma. Para o alcance de tais intentos, tomaremos como base metodologias de Análise Fatorial, fazendo uso da ferramenta SPSS 19.0, bem como desenvolveremos um modelo de Regressão Linear, fazendo uso do Excel 2010, objetivando consolidar um modelo econométrico, com elevado grau de adequabilidade estatística, suficientemente capaz de explicar, em termos relativos e absolutos, os impactos que as atividades ligadas à agricultura familiar, ao agronegócio e ao extrativismo madeireiro provocam no ecossistema de Santana do Araguaia.

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

### Resumen

Antes de que el porcentaje preocupante de 40% de la deforestación ocurrió en los últimos años en la Amazonía, como se ha comportando escalada deforestación en Santana do Araguaia, un municipio brasileño ubicado en el sureste de Pará? ¿Cuáles son los componentes económicos que colaboran para promover la aceleración en la tasa de deforestación en ese municipio? ¿Cómo entender la dinámica actual de la relación entre la deforestación y las actividades agrícolas, ganaderas y silvopastoril esta ubicación? Es en estas motivaciones que este artículo tiene como objetivo proporcionar una evaluación de la dinámica actual de la deforestación en la ciudad de Pará de Santana do Araguaia, desde la identificación de los componentes económicos, en plena actividad en ese municipio, incidiendo más en la transformación del ecossistema de los mismos. Para lograr este tipo de amenazas, nos basaremos en los métodos de análisis factorial, utilizando la herramienta de SPSS 19.0 y desarrollar un modelo de regresión lineal, utilizando Excel 2010, con el objetivo de consolidar un modelo econométrico, con alto grado de adecuación estadística, suficientemente capaz de explicar, en términos relativos como absolutos, el impacto que las actividades relacionadas con la agricultura familiar, la agroindustria y la causa la extracción de madera en Santana do Araguaia ecossistema.

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

## Abstract

Before the worrying percentage of 40% of deforestation occurred in recent years in Amazonia, as has been behaving deforestation climbing in Santana do Araguaia, a Brazilian municipality located in the southeast of Pará? What are the economic components that collaborate to further acceleration in the rate of deforestation in that municipality? How to understand the current dynamics in the relationship between deforestation and agricultural activities, livestock and silvopastoral this location? It is under these motivations that this article aims to provide an assessment of the current dynamics of deforestation in Pará city of Santana do Araguaia, from the identification of the economic components, in full activity in that municipality, impacting more on the transformation of the ecosystem thereof. In order to achieve such threats, we will build on methods of factor analysis, using the SPSS 19.0 tool and develop a Linear Regression model, using Excel 2010, aiming to consolidate an econometric model, with high degree of statistical adequacy, sufficiently able to explain, in relative and absolute terms, the impact that the activities related to family farming, agribusiness and timber extraction cause in Santana do Araguaia ecosystem.

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

## 1. Introdução

O desflorestamento da floresta amazônica vem se constituindo nos últimos anos temática de relevante interesse científico e acadêmico ante ao fato desta região ser compreendida pela comunidade mundial como a maior floresta tropical do planeta, como também uma das maiores reservas de biodiversidade. Informações apresentadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) dão conta de que entre 2012 e 2013 o índice de desflorestamento da Amazônia legal alcançou 28%. O INPE informa ainda que, entre novembro de 2014 e janeiro de 2015 o desflorestamento aumentou 40% em relação ao trimestre anterior, totalizando uma perda de floresta da ordem de 219 km<sup>2</sup>, sendo o estado do Mato Grosso o que mais desmatou (179,61 km<sup>2</sup>), seguindo pelo estado do Pará com 56,8 km<sup>2</sup> de área desmatada.

O município de Santana do Araguaia, localizado no sudeste do estado do Pará, encontra-se oficialmente fora da lista do Ministério do Meio Ambiente (MMA), constituída pelos municípios que mais desmatam. Tal estágio foi oficializado através da Portaria Ministerial nº 187/ 2012, classificando aquela municipalidade como local de “desmatamento sob controle”. Ante ao preocupante percentual de 40% de desflorestamento verificado no período recente na Amazônia legal, como vem se comportando a escalada do desmatamento em Santana do Araguaia? Quais os componentes econômicos que mais colaboram para aceleração no ritmo de desmatamentos naquela municipalidade? Como entender a atual dinâmica nas relações entre desflorestamento e atividades agrícolas, pecuárias e silvipastoris nesta localidade?

É sob estas motivações que o presente artigo se propõe a constituir um juízo sobre a atual dinâmica do desflorestamento no município paraense de Santana do Araguaia, a partir da identificação dos componentes econômicos, em plena atividade naquela municipalidade, que mais impactam na transformação do ecossistema da mesma.

Para o alcance de tais intentos, tomaremos como base metodologias de Análise Fatorial, fazendo uso da ferramenta *SPSS 19.0*, bem como desenvolveremos um modelo de Regressão Linear, fazendo uso do *Excel 2010*, objetivando consolidar um modelo econométrico, com elevado grau de adequabilidade estatística, suficientemente capaz de explicar, em termos relativos e absolutos, os impactos que as atividades ligadas à agricultura familiar, ao agronegócio e ao extrativismo madeireiro provocam no ecossistema de Santana do Araguaia.

## **2. Materiais e Métodos**

### **2.1. Área de Observação**

De acordo com informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o município de Santana do Araguaia está localizado na mesorregião sudeste do estado do Pará e a Microrregião de Conceição do Araguaia (Figura 1). Ostenta atualmente uma população da ordem de 65.062

habitantes segundo a Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais do IBGE. Possui uma Área territorial de 11.591,494 km<sup>2</sup>, sendo que deste total, 3.624,60 km<sup>2</sup> corresponde a remanescente florestal (INPE/PRODES, 2011), e 9.983,91 km<sup>2</sup> de área devidamente registrada no cadastro Ambiental Rural (CAR). Outrossim, cabe o destaque para o fato de que, no período de 08/2012 a 07/2013, foi verificado um desmatamento da ordem de 38,77 km<sup>2</sup>, segundo dados do INPE/PRODES.



*Figura 1: Localização Geográfica de Santana do Araguaia (PA) no Brasil*

*Fonte: Wikipédia*

## **2.2. Métodos Utilizados**

### **I) Coleta de dados:**

Procedeu-se coletados dados atinentes às atividades econômicas existentes na territorialidade de Santana do Araguaia, bem como sobre os percentuais de desflorestamento dos anos 2000 até 2013. Para tanto, fez-se uso do banco de dados do Sistema de Modelagem SIDRA/IBGE relativos aos ramos da: produção agrícola, pecuária, extração vegetal e silvicultura. Por conseguinte, com objetivo de sistematizar as informações, estes dados foram transpostos para uma planilha do Microsoft Excel 2010.

Quanto aos percentuais de desmatamento daquela municipalidade, obteve-se Programa de Desmatamento (PRODES), regido e administrado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) objetivando monitorar a

evolução do desmatamento da Amazônica brasileira através de imagens de satélite. E da mesma forma, consolidou-se tais percentuais em uma planilha do Microsoft Excel 2010.

## II) Modelo Matemático

Tomando como fundamento Pena (2010), infere-se que para expressão simplificada da realidade, segundo o escopo teórico, faz necessário uma equação linear para fins de estimação, podendo ser esta uma regressão simples com uma única variável independente. Para fins didáticos e de facilitação na instrumentalização da metodológica, o modelo a ser usado pode ser descrito da seguinte maneira:

$$Q = \phi + \beta \cdot \omega \quad (1)$$

Onde:

$Q$  = Área Desmatada

$\phi$  = intercepto da equação

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

## III) Modelo Econométrico

Uma vez estabelecido o modelo matemático, faz-se necessário a construção de um modelo estatístico, suficientemente capaz de transcender as limitações deterministas da equação (1), de tal forma a captar no transcurso da estimação dos parâmetros, as resultantes aleatórias das variáveis estabelecidas no modelo. Desta maneira, o modelo estatístico passa a se tornar um modelo de regressão linear, com duas variáveis independentes, assim expresso:

$$Q = \phi + \beta_1 \cdot \omega_1 + \beta_2 \cdot \omega_2 + \varepsilon \quad (2)$$

Onde:

$Q$  = Área Desmatada

$\phi$  = intercepto da equação

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

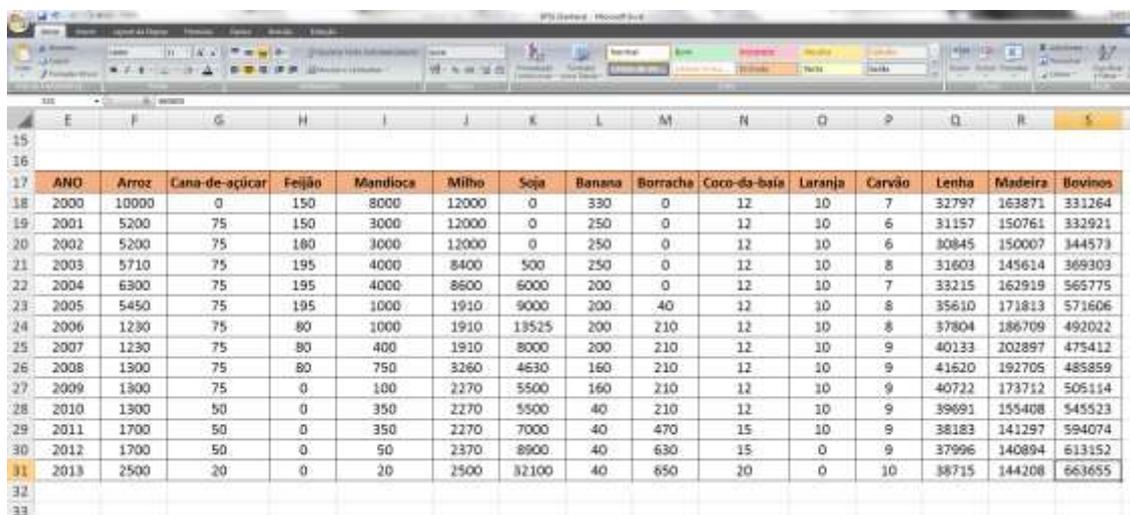
$\beta_2 \cdot \omega_2$  = representa a inclinação da equação (2º fator)

$\varepsilon$  = erro aleatório

De acordo com Santana (2007) o termo *erro aleatório* ou *erro estocástico* ( $\varepsilon$ ) corresponde a todas as interferências com poderes de modificar o comportamento da variável dependente (Q), e que encontram-se exógenas a este modelo. Neste particularidade, este erro pode ser representado pelas variáveis que foram retiradas do modelo, com objetivo de torna-lo mais eficiente, robusto e significativo, dando, por tanto, maior relevancia aos dois fatores ( $\omega_1$  e  $\omega_2$ ) escolhidos para definição do mesmo.

#### IV) Tratamento de Dados

Com a finalidade de tratamento dos dados adquiridos utilizou-se duas ferramentas computacionais. Para compilação preliminar dos dados extraídos do SIDRA/IBGE fez-se uso do software *Excel versão 2010*, conforme se pode inferir na Figura 2.



ANO	Arroz	Cana-de-açúcar	Feijão	Mandioca	Milho	Soja	Banana	Borracha	Coco-da-baía	Laranja	Carvão	Lenha	Madeira	Bovinos
2000	10000	0	150	8000	12000	0	330	0	12	10	7	32797	163871	331264
2001	5200	75	150	3000	12000	0	250	0	12	10	6	31157	150761	332921
2002	5200	75	180	3000	12000	0	250	0	12	10	6	30845	150007	344573
2003	5710	75	195	4000	8400	500	250	0	12	10	8	31603	145614	369303
2004	6300	75	195	4000	8600	6000	200	0	12	10	7	33215	162919	565775
2005	5450	75	195	1000	1910	9000	200	40	12	10	8	35610	171813	571606
2006	1230	75	80	1000	1910	13525	200	210	12	10	8	37804	186709	492022
2007	1230	75	80	400	1910	8000	200	210	12	10	9	40133	202897	475412
2008	1300	75	80	750	3260	4630	160	210	12	10	9	41620	192705	485859
2009	1300	75	0	100	2270	5500	160	210	12	10	9	40722	173712	505114
2010	1300	50	0	350	2270	5500	40	210	12	10	9	39691	155408	545523
2011	1700	50	0	350	2270	7000	40	470	15	10	9	38183	141297	594074
2012	1700	50	0	50	2370	8900	40	630	15	0	9	37996	140894	613152
2013	2500	20	0	20	2500	32100	40	650	20	0	10	38715	144208	663655

Figura 2: Atividades Econômicas em análise no Excel 2010.

Fonte: extraído do Excel 2010

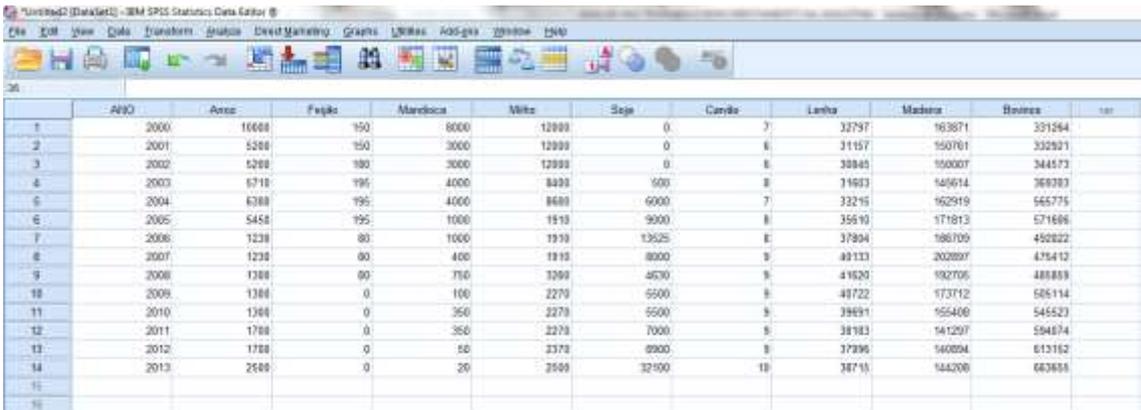
Com base nos dados do Registro Anual de Informações Sociais (RAIS) do Ministério do Trabalho (MTE), e na metodologia construída Pena *et al.* (2012) consoante a dinâmica da estrutura produtiva nas regiões de integração do Tocantins e Carajás, foi possível identificar dentre as atividades econômicas aquelas de maior representatividade na dinâmica econômica do município de

Santana do Araguaia. Dessa forma exclui-se da análise a: cana-de-açúcar, banana, borracha, coco-da-baía e laranja. Daí a base de dados limitou-se as seguintes atividades econômicas:

Arroz
Feijão
Mandioca
Milho
Soja
Carvão
Lenha
Madeira
Bovinos

*Tabela 1: principais atividades econômicas  
Santana do Araguaia (PA)*

Para tratamento e modelagem das atividades fez-se uso do software *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versão 19.0* objetivando proceder uma Análise Multivariada (AM), na expectativa de obtenção do diagnóstico das múltiplas variáveis distintas, de forma que o mesmo expresse o nível de correlações existentes entre as diferentes atividades econômicas identificadas na área compreendida por Santana do Araguaia.



	ANO	Arroz	Feijão	Mandioca	Milho	Soja	Carvão	Lenha	Madeira	Bovinos
1	2000	16688	150	8000	12888	0	7	32797	163671	331264
2	2001	5288	150	3000	12888	0	8	31157	150701	332821
3	2002	5288	180	3000	12888	0	8	38848	150007	344573
4	2003	6718	195	4000	8488	500	8	31683	146614	368783
5	2004	6388	195	4000	8688	6000	7	33215	162919	565775
6	2005	5458	195	1000	1918	9000	8	35610	171813	571686
7	2006	1238	80	1000	1918	13625	8	37804	188709	492822
8	2007	1238	80	400	1918	8000	9	40113	202887	475412
9	2008	1388	80	750	3888	4630	9	41620	192705	488858
10	2008	1388	0	100	2278	5500	9	48722	173712	585114
11	2010	1388	0	350	2278	5500	9	38691	155408	545523
12	2011	1788	0	350	2278	7000	8	38183	141297	594874
13	2012	1788	0	50	2378	8900	8	37396	140894	613162
14	2013	2588	0	20	2588	32100	18	38718	144208	683858

*Figura 3: principais Atividades Econômicas importadas para SPSS 19.0*

*Fonte: extraído do SPSS 19.0*

Uma vez definida as atividades a serem examinadas fatorialmente na plataforma do SPSS, fez-se uso de dois testes de confiabilidade: 1) teste de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) indica a proporção da variância dos dados que pode

ser entendida como comum a todas as variáveis distintas, ou seja, que pode ser conferida a um fator comum, daí que: quanto mais próximo de 1 (unidade) mais adequada é a amostra à aplicação da análise fatorial. No entendimento de Hair *et al.* (2006) a partir de 0,5 tem-se um indicador de consistência interna aceitável; 2) teste de esfericidade de Bartlett, que examina 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 obteve-se a geração de 3 (três) fatores, que correspondem cada um a um conjunto de atividades econômicas que estabelecem entre si forte correlação, e dessa forma passam a serem representadas por estes fatores.

Seguindo no tratamento de dados, os valores referentes aos fatores gerados no SPSS foram examinados juntamente com os percentuais de desflorestamento no município de Santana do Araguaia obtidos na base de dados do INPE/PRODES, na plataforma do *Excel* por meio de uma regressão, objetivando a construção de um modelo econométrico, suficientemente capaz de indicar o nível de desmatamento produzido pelas principais atividades econômicas neste município.

Um fluxograma foi idealizado objetivando a compreensão do processo de tratamento e modelagem, conforme apresentação na Figura 4 abaixo:

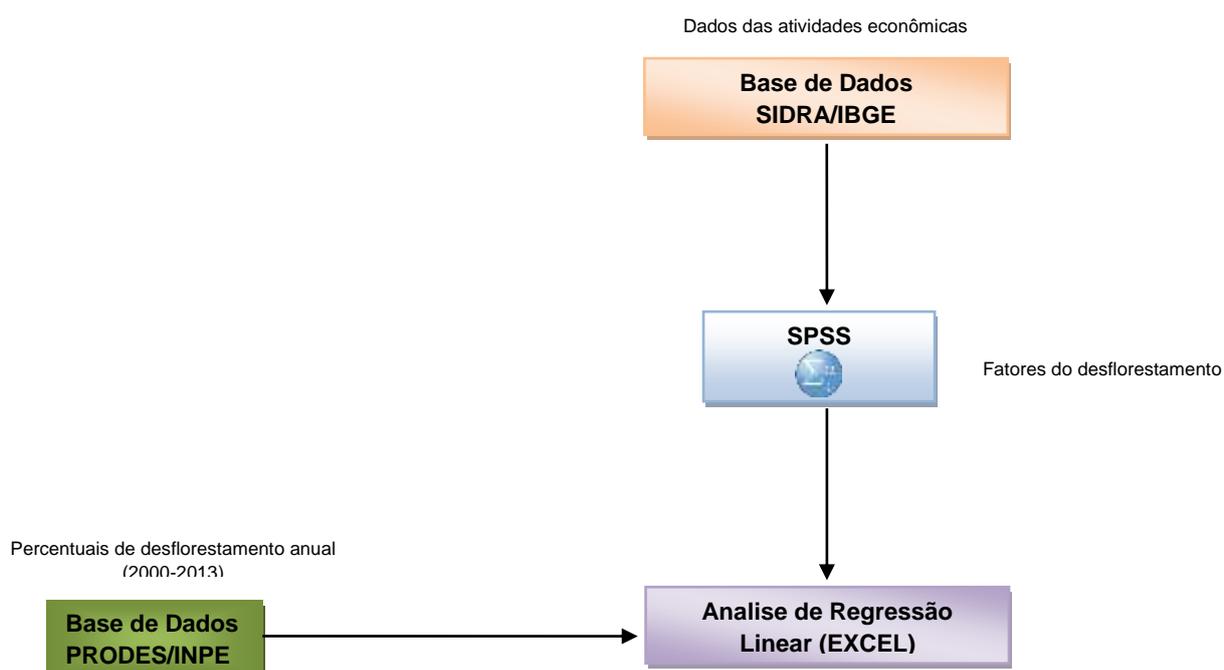


Figura 4: Fluxograma de tratamento e modelagem dos dados.

Fonte: elaborado pelos autores

### 3. Discussão dos Resultados

A partir da técnica de Análise Fatorial (AF), efetuada na plataforma do SPSS foi possível a obtenção dos testes Bartlett e KMO. O teste de Bartlett legitimou a significância da matriz de correlação e nos mostrou um valor de 125,694, indicando que as correlações, em geral, são significantes a um patamar de 1% de probabilidade. Já o teste KMO, com valor de 0,536 nos indica que a composição fatorial (3 fatores) detém um patamar aceitável de adequação, 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.		,536
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	125,694
	df	36
	Sig.	,000

Fonte: extraído do SPSS 19.0

Continuando com a análise estatística no SPSS, obtivemos do mesmo, além dos testes KMO e Bartlett, o resultado da variância total explicada descrita na Tabela 3. Nela é possível perceber que três fatores (na coluna component) explicam aproximadamente 89,30% da variância total dos dados, dado este satisfatório e robusto pelo critério da porcentagem da variância.

Tabela 3: Matriz da variância total explicada pelo conjunto dos fatores obtidos pela análise fatorial fornecida pelo software SPSS 19.0

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	5,991	66,570	66,570	4,290	47,662	47,662
2	1,315	14,616	81,186	2,446	27,174	74,837
3	,727	8,083	89,269	1,299	14,432	89,269
4	,437	4,850	94,119			
5	,302	3,360	97,480			
6	,139	1,540	99,020			
7	,049	,547	99,567			
8	,032	,359	99,926			
9	,007	,074	100,000			

*Glossário:*

- (1) Autovalores iniciais
- (2) Soma do quadrado das Cargas Rotacionais
- (3) Componentes ou 9 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*

De acordo com Pena (2013) temos no item (6) a variância cumulativa totalizando 100. Tal fato garante a metodologia utilizada, pois apresenta a compatibilidade dos resultados com os postulados que fundamentam a técnica adotada. No item (5) é apresentada a importância de cada fator (e suas respectivas colaborações percentuais) na variância. Já no item (4), temos o total dos autovalores iniciais, sendo que os três fatores iniciais identificados correspondem a aproximadamente 89,30% da variância dos componentes, garantindo assim sua significância estatística e relevância na explicação do problema do desflorestamento.

Cabe agora analisar as cargas fatoriais significativas na matriz rotacionada, objetivando nomeação dos fatores a serem apresentados. Na Tabela 4 as maiores cargas fatoriais verificadas na linha das variáveis estão atreladas automaticamente ao fator da matriz rotacionada, nesse sentido o “F1” que denominaremos de “Agricultura Familiar”, é constituído de seis atividades (Arroz, Feijão, Mandioca, Milho, Carvão e Lenha). O segundo fator “F2”, que explica mais de 27% da variância, chamaremos de “Agronegócio” e é composto

por Soja e Bovinocultura, já o último fator “F3”, que definimos como sendo “Extração Madeireira” é constituído apenas pela atividade Madeira.

Tabela 4: Matriz Rotacionada - Análise dos fatores rotacionada

Matriz Rotacionada dos Fatores				Matriz Rotacionada dos Fatores			
Variáveis	Fatores			Variáveis	Fatores		
	F1	F2	F3		Agricultura Familiar	Agronegócio	Extração de Madeira
Arroz	.927	-.173	-.159	Arroz	.927	-.173	-.159
Feijão	.862	-.280	.179	Feijão	.862	-.280	.179
Mandioca	.838	-.349	-.075	Mandioca	.838	-.349	-.075
Milho	.742	-.531	-.296	Milho	.742	-.531	-.296
Soja	-.205	.912	-.031	Soja	-.205	.912	-.031
Carvão	-.702	.584	.113	Carvão	-.702	.584	.113
Lenha	-.815	.346	.393	Lenha	-.815	.346	.393
Madeira	-.105	-.063	.986	Madeira	-.105	-.063	.986
Bovinos	-.473	.798	-.087	Bovinos	-.473	.798	-.087

Fonte: adaptado de SPSS 19.0

Uma vez consolidada a análise fatorial, faz-se necessário uma análise econométrica, constituída dos resultados do processo de regressão. Inicialmente tem-se a construção da equação fatorial a partir dos fatores obtidos e nomeados:

$$DEF_{(SA)} = \phi + \beta_1 \cdot AF + \beta_2 \cdot AG + \beta_3 \cdot EM + \varepsilon \quad (3)$$

Onde:

$DEF_{(SA)}$  = Área desflorestada acumulada de Santana do Araguaia em relação a área total do município por ano.

$\phi$  = corresponde ao intercepto da equação ou valor médio do total de área desflorestada quando os fatores ( $AF$ ;  $AG$ ;  $EM$ ) forem iguais à zero.

$(\beta_1, \beta_2, \beta_3)$  = correspondem aos coeficientes estimados pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários – MQO e medem a mudança no valor médio de  $DEF_{(SA)}$  resultante da variação unitária em um dos fatores, e mantendo constante o valor dos demais.

$(AF; AG; EM)$  = são as variáveis explicativas ou regressores do modelo, correspondendo a: Agricultura Familiar, Agronegócio e Extração de Madeira, respectivamente.

$\varepsilon$  = é o erro aleatório.

Agora tem-se a ilustração da nova base de dados a ser utilizada no modelo de regressão linear (3):

*Tabela 5: Base de dados com escores fatoriais*

Ano	Área Desmatada Acumulada (Km <sup>2</sup> )	Agricultura Familiar	Agronegócio	Extração de Madeira
2000	4614,7	1,73685	-0,47829	0,12450
2001	4969,8	0,52783	-1,35794	-0,77542
2002	5339,5	0,68525	-1,22981	-0,71706
2003	5679,9	0,75872	-0,56562	-0,59227
2004	5964,8	1,38636	0,62562	0,11649
2005	6449,7	0,83610	1,01560	0,80136
2006	6586,1	-0,17833	0,31959	1,10976
2007	6808,7	-0,54668	-0,09889	1,87764
2008	6999,9	-0,74229	-0,39731	1,46541
2009	7027,1	-1,22200	-0,47378	0,33782
2010	7067,4	-1,22380	-0,31716	-0,49367
2011	7101	-1,07568	0,04433	-1,17260
2012	7124,4	-1,00255	0,26718	-1,21109
2013	7163,2	0,06022	2,64648	-0,87087

*Fonte: elaborado pelos autores*

Os valores que compreendem a segunda coluna da Tabela 5 são as áreas totais desmatadas em relação a área total<sup>4</sup> do município de Santana do Araguaia para o período de 2000 a 2013, já os valores que compreendem os fatores são escores fatoriais, e foram calculados pelo SPSS (Figura 5) a partir das cargas fatoriais, onde se procederá a substituição dos mesmos nas variáveis independentes do modelo (3), para fins de processamento da regressão linear ora pretendida.

<sup>4</sup> Ou seja, dos 11.609 km<sup>2</sup> de área total do município, no ano de 2000, por exemplo, 4.614,7 km<sup>2</sup> deste total encontram-se desflorestados. Por tanto, os valores apresentados na segunda coluna da Tabela 5 são valores acumulados de desmatamento.

	AMO	Area	Faixa	Madeira	Milha	Sqa	Canho	Leste	Matare	Demos	FAC1_1	FAC1_1	FAC1_1
1	2900	8000	100	8000	10000	0	0	31787	163871	371384	1,73688	-1,47629	-1,03490
2	2901	8200	100	8000	10000	0	0	31187	163701	371301	3,27100	-1,26794	-1,71540
3	2902	8200	100	8000	10000	0	0	30980	163607	366173	8,8525	-1,22857	-1,71786
4	2903	8100	100	8000	10000	0	0	31682	164142	369383	7,91072	-1,69602	-1,60213
5	2904	8300	100	8000	10000	0	0	32210	162918	363773	1,38028	-1,02002	-1,16489
6	2905	8450	100	8000	10000	0	0	33010	171813	371880	4,9018	-1,01000	-1,07030
7	2906	8200	100	8000	10000	0	0	31984	164708	369822	-1,19031	-1,39659	-1,10076
8	2907	8200	100	8000	10000	0	0	40133	200807	475412	-3,4688	-0,98889	-1,87584
9	2908	1500	0	700	1200	400	0	41628	192705	405809	-1,44228	-1,38111	-1,48541
10	2909	1500	0	700	1200	500	0	40722	173712	366174	-1,22288	-1,47378	-1,57982
11	2910	1500	0	700	1200	600	0	39091	164808	363823	-1,22388	-1,31716	-1,40787
12	2911	1500	0	700	1200	700	0	38183	161207	354834	-1,87188	-1,04410	-1,12280
13	2912	1500	0	700	1200	800	0	37586	148854	313162	1,30255	-1,35718	-1,21199
14	2913	1500	0	700	1200	900	0	36716	144208	307801	3,60202	-1,64448	-1,07983

Figura 5: Escores fatoriais em amarelo calculados pelo SPSS 19.0

Fonte: extraído do SPSS 19.0

Uma vez rodados os dados da Tabela 5 (via regressão) no Excel 2010, inicialmente obtivemos as informações apresentadas na Tabela 6. A mesma dar conta de que o percentual de explicação atribuído ao modelo pelo coeficiente de determinação ( $R^2$  ajustado) foi de 0,952920869, ou seja, aproximadamente 95,30% das variações na quantidade de áreas desflorestadas em Santana do Araguaia são explicadas pelas variações nos fatores: Agricultura Familiar, Agronegócio e Extração de Madeira, enquanto que apenas 4,7% são de variações produzidas por variáveis que não encontram-se especificadas no modelo  $DEF_{(SA)}$ . Estes percentuais podem ser observados abaixo:

Tabela 6: Estatística de regressão

R múltiplo	0,976176659
R-Quadrado	0,952920869
R-quadrado ajustado	0,93879713
Erro padrão	217,3167495
Observações	14

Fonte: adaptado do Excel 2010

Dentre os testes de hipóteses mais relevantes, destaca-se *Estatística F*, que na avaliação de Downing (1998) tem a finalidade de testar a existência de correlação entre as variáveis independentes em relação a variável dependentes no modelo, e assim concluir sobre a adequabilidade do modelo.

Para fins de avaliar-se o teste F do modelo  $DEF_{(SA)}$  utilizou-se o suplemento “Análise de Variância” (ANOVA) do Excel 2010, onde obtivemos os seguintes resultados:

Tabela 7: Análise de Variância (ANOVA)

ANOVA					
	gl	SQ	MQ	F	F de significação
Regressão	3	9559051,472	3186350,49	67,46945	0,0000006137
Resíduo	10	472265,6963	47226,5696		
Total	13	10031317,17			

	Coefficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P
Interseção	6349,728571	58,08034437	109,326634	0,0000000000000000101
Agricultura Familiar	-723,8386519	60,2728218	-12,0093706	0,000000290004102913
Agronegócio	446,3154201	60,2728218	7,40491994	0,000023019690463416
Extração de Madeira	110,3258969	60,2728218	1,83044187	0,097105583

Fonte: extraído do Excel 2010

Em se tratando do modelo  $DEF_{(SA)}$  a estatística F de significância, contida na Tabela 7, valida o modelo definindo-o como bastante significativo para explicar o desflorestamento em Santana do Araguaia, face o valor de 67,47 ser significativo a 1% de probabilidade de erro, o que permite rejeitar a hipótese nula. Com vistas a melhor interpretação dos resultados obtidos, torna-se imperioso a ilustração da consolidação da equação do modelo econométrico  $DEF_{(SA)}$ , onde na Tabela 7 temos os valores dos coeficientes dos fatores definidos, do intercepto e das estatística t de cada coeficiente:

$$DEF_{(SA)} = 6349,73 - 723,84 \cdot AF + 446,31 \cdot AG + 110,32 \cdot EM + \varepsilon \quad (4)$$

$(t=109,33)$ 
 $(t=-12,00)$ 
 $(t=7,40)$ 
 $(t=1,83)$

De plano é possível depreender do modelo (4) que o único fator a impactar negativamente na quantidade de área desflorestada acumulada é a Agricultura Familiar, pois para cada uma unidade variada em AF, *ceteris paribus*, tem-se aproximadamente 723,84 km<sup>2</sup> a menos de área desmatada acumulada por ano no município de Santana do Araguaia.

#### 4. Considerações Finais

Este trabalho teve como objetivo a compreensão da dinâmica do desflorestamento no município paraense de Santana do Araguaia, a partir da identificação dos componentes econômicos, em plena atividade naquela municipalidade, que mais impactam no ecossistema do mesmo.

A partir das metodologias de AF (SPSS 19.0) e Regressão Linear (Excel 2010), foi possível consolidar um modelo econométrico, com elevado grau de adequabilidade estatística, capaz de explicar em termos relativos e absolutos os impactos que as atividades ligadas à agricultura familiar, ao agronegócio e ao extrativismo madeireiro provocam no ecossistema de Santana do Araguaia. A partir dos resultados obtidos foi possível a constatação de que, a cada variação de uma unidade nos fatores AG e EM do modelo (4), ambos correspondem a um impacto positivo de 446,31 km<sup>2</sup>/ano e 110,32 km<sup>2</sup>/ano, respectivamente, na área desmatada acumulada. Por outro lado, foi possível a constatação de que a agricultura familiar caminhou na contra mão desta lógica nos últimos 14 anos, impactando negativamente no modelo em 723,84 km<sup>2</sup>/ano a menos de área desflorestada acumulada.

Dessa forma não restam dúvidas, do ponto de vista econométrico, quanto aos efeitos danosos das atividades soja, bovinocultura e extração madeireira no ecossistema do município de Santana do Araguaia, e, a considerar que o mesmo ainda ostenta uma área de remanescente florestal da ordem de 3.624,60 km<sup>2</sup>, se nada for feito objetivando a contenção da escalada destas atividades, toda esta floresta remanescente será consumida.

#### 5. Referências

- < <http://portal.mte.gov.br/rais/>> Acesso em 27/12/2014.
- < <http://www.ibge.gov.br/home/>> Acesso em 17/01/2015.
- < <http://www.sidra.ibge.gov.br/>> Acesso em 29/01/2015.
- <<http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodesmunicipal.php>> Acesso em 17/01/2015.
- <<http://www.inpe.br/>> Acesso em 19/01/2015.

<<http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php>> Acesso em 23/01/2015.

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. **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.

PENA, H. W. A; TENÓRIO, J. A. F. M; NASCIMENTO, J. H.M; MORICONI, N.A & COELHO, P. S. **Elementos metodológicos para análise dinâmica da estrutura produtiva nas regiões de integração do Tocantins e Carajás, Pará – Amazônia - Brasil,** In: Observatorio de la Economía Latino americana, Número 161, 2012.

SANTANA, A. C. **Elementos de Economia, Agronegócio e Desenvolvimento Local.** Belém: GTZ;TUD:UFRA, 2005. (Série Acadêmica).

SANTANA, Antônio Cordeiro. **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.

