**ANÁLISE MULTIVARIADA E IDENTIFICAÇÃO DOS PADRÕES DE DESFLORESTAMENTO NO MUNICÍPIO DE ITAITUBA-PA, 2000 Á 2012**

Luciana Haydemar Ferreira Ramos1; Walber Lopes de Oliveira2; Ana Claudia Ferreira Ramos2;

1 Graduada em Engenharia Ambiental. Universidade do Estado do Pará. lucianahayde@hotmail.com.

2 Graduado em Engenharia Ambiental. Universidade do Estado do Pará. walberlopez@live.com;

2  Especialista em Geoprocessamento. Universidade do Estado do Pará. ana.acfr@gmail.com.

**RESUMO**

Vários são os fatores responsáveis por modificar as características naturais da floresta Amazônica de acordo com a abertura de novas fronteiras de produção, esses fatores são, principalmente, o corte e a queima da floresta para cultivos pela agricultura familiar, a implantação de cultivos de grãos pela agroindústria e a transformação da floresta em pastagens para a criação de gado. O presente artigo tem o objetivo de determinar a dinâmica temporal das taxas de desflorestamento, sua espacialização e tendências futuras, de acordo com os fatores de agricultura e pecuária, os quais foram identificados como atividades de maior influência para o desmatamento no município de Itaituba no estado do Pará, a partir da determinação da sua equação de desmatamento. Os dados sobre o desflorestamento foram obtidos pelo Sistema SIDRA e pelo Programa PRODES, com auxílio de um modelo analítico retirado do software IBM SPSS Statics 19, por meio dos índices estatísticos, tais como KMO e comunalidade. Os resultados obtidos revelam que a análise do fatorial foi satisfatória, de acordo com os índices estatísticos que por sua vez, comprovam que o modelo proposto é válido para expressar o desmatamento no município de Itaituba. Portanto, a partir das análises se torna possível desenvolver políticas públicas de gestão do desmatamento nesta cidade.

**Palavras-chave:** Desflorestamento. Análise Multivariada. Amazônia.

**Área de Interesse do Simpósio**: Economia Ambiental.

**1. INTRODUÇÃO**

 Por anos, as causas atribuídas para a ocorrência do desmatamento da Amazônia brasileira foram às políticas de integração da região à economia nacional brasileira e à sua defesa contra intervenções internacionais (MARTINS, 2009). Nas últimas décadas, a floresta Amazônica sofreu modificações contínuas, a cobertura florestal sofreu uma importante perda, dada a extensão das terras atingidas. Durante esse período, o estado do Pará teve seu uso do solo enormemente alterado, com redução de biodiversidade, florestal e animal, e de técnicas de cultivos agroflorestais desenvolvidas por diversos grupos sociais em unidades produtivas familiares (CASTRO, 2005).

 O estado do Pará com cerca de 1.511 km² de área desmatada foi o segundo estado com maior contribuição para o desmatamento em 2013. Na esfera municipal, o município paraense que mais desmatou foi São Félix do Xingu (INPE, 2014). Nos municípios paraenses, o principal determinante do desmatamento é a pecuária (FEARNSIDE, 1988 e 2005 et al MARTINS, 2009). Itaituba é um município do Estado do Pará, pertencente à mesorregião Sudoeste Paraense e a microrregião de Itaituba (IDESP, 2011). De acordo com os dados do IBGE (2014), o município é o décimo quinto mais populoso do estado e um dos principais centros econômicos do oeste paraense, possui o décimo terceiro maior produto interno bruto no estado e uma das cidades que apresenta acelerado crescimento econômico no interior do Brasil.

 Segundo o Ministério do Meio Ambiente – MMA, a economia da região próxima de Itaituba é voltada para o setor primário, ou seja, baseada na pecuária, na extração de madeira e na agricultura para abastecimento do mercado local. A agricultura tem forte predomínio, principalmente, de milho, arroz e feijão, da pecuária bovina e da exploração de madeireira. A indústria não apresenta grande expressão na região, concentra-se principalmente no processamento da madeira, em menor escala, de grãos e carne.

 De acordo com os dados sobre o desmatamento, no estado do Pará, apresentados pelo IDESP, no boletim de maio de 2013, do total de desmatamentos registrados no estado, verificou-se que o município de Itaituba desmatou 23,25 km². Ao observar os dados econômicos do mesmo por meio da balança comercial utilizando apenas os dados de exportação, observa-se que a cidade de Itaituba, ao qual apresenta elevadas taxas de desmatamento, possui economia voltada para a produção de madeira. No mês de maio de 2013, a exportação de produtos madeireiros do município de Itaituba foi de US$ 1.332.361,00 (IDESP, 2013).

 Nesse sentido, este estudo tem por objetivo caracterizar a dinâmica temporal das taxas de desmatamento, sua espacialização e tendências futuras, de acordo com as atividades produtivas locais do município de Itaituba-PA, estas análises foram obtidas através de um modelo analítico por meio de dados retirados do software IBM SPSS Statics 19.

**2. METODOLOGIA**

2.1. OBTENÇÃO DOS DADOS

 Para obter os fatores que influenciam no desmatamento no município de Itaituba foram usados os dados do Sistema IBGE de recuperação automática – SIDRA que contém indicativos acerca da área colhida da lavoura permanente, área plantada da lavoura temporária em hectares e o número efetivo do rebanho bovino por cabeça; e do Projeto de monitoramento do desmatamento da Amazônia Legal – PRODES que fornece a área desmatada em quilômetros quadrado do município estudado; sendo que apenas os dados do período estudado foram extraídos.

 Após a obtenção, os dados são organizados em uma matriz, em que as linhas indicam o ano e as colunas indicam o fator. Posteriormente, ocorre a seleção dos dados que serão importantes para determinar a equação dos fatores que motivam o desmatamento em Itaituba, dessa maneira os fatores que apresentam valores 0 (zero) a partir de 1 ano dos 10 estudados são descartados por não apresentar um grau de significância satisfatório para a análise.

 Depois da seleção, as variáveis que foram consideradas importantes para este estudo foram: área colhida em hectare do abacate, banana, cacau, café, coco-da-baía, laranja, maracujá, tangerina e urucum; área plantada em hectare do abacaxi, arroz, cana-de-açúcar, feijão, mandioca, melancia, milho e tomate; e o numero de cabeças do rebanho bovino.

2.2. MODELO DE ANÁLISE FATORIAL

Após a seleção dos fatores, estes são submetidos ao método da análise fatorial que segundo Costa (2006) é um nome genérico dado a uma classe de métodos estatísticos multivariados cujo principal objetivo é determinar a estrutura subjacente em uma matriz de dados, isto é, a análise fatorial aborda o problema de analisar a estrutura das inter-relações (correlações) entre um grande número de variáveis, definindo um conjunto de dimensões latentes comuns, chamados fatores.

Assim, considerando o objetivo proposto no presente artigo, obteve-se primeiramente uma matriz onde as linhas são representadas pelos anos estudados e as colunas pelas atividades que possuem relação com o desmatamento no município estudado. Após a construção da matriz, foram descartados varáveis que não possuíam variância de 2000 a 2010, ou seja, variáveis que apresentaram valores constantes do primeiro ano estudado até o ultimo. As seguintes variáveis apresentaram essa condição e foram descartadas: área colhida em hectare do abacate, tangerina e urucum.

Posteriormente, excluindo as variáveis supracitadas, foi computado o cálculo da análise fatorial através do software Portable IBMM SPSS Statics versão 19. Encontrada a matriz de correlação, foram calculados os fatores necessários para representar as variáveis, utilizando-se o método dos componentes principais. Em seguida, tornou-se necessário determinar o número de fatores considerados, o que pôde ser feito com base no seu autovalor (eigenvalues), definido por Hair et al. (1998) como sendo a quantidade de variância associada ao fator.

Outra ferramenta utilizada para a interpretação dos fatores obtidos com a análise fatorial é a sua rotação, que tem como finalidade segundo Costa (2006) ajudar na interpretação desses fatores. A rotação da matriz é dividia em duas formas de procedimento: a rotação ortogonal (rotação varimax), que mantém os fatores não correlacionados e a rotação oblíqua, que torna os fatores correlacionados entre si. A ideia básica do giro de fatores é identificar alguns fatores que possuam variáveis que tenham alta correlação e outros com variáveis que possuam baixa correlação. Neste trabalho foi utilizada a rotação varimax, pois esse método é o mais comumente utilizado e minimiza o número de variáveis, com altas cargas sobre o fator, reforçando a interpretabilidade dos fatores (PENA, 2011).

2.3. ANÁLISE DE REGRESSÃO LINEAR

Após a realização da análise fatorial, são gerados os fatores necessários para representar as variáveis estudadas, esses foram para uma matriz ao qual foi adicionada a área em quilômetro quadrado desmatada no município de Itaituba no período de 2000 a 2010 com o intuito de determinar a análise de regressão linear que consiste na realização de uma análise estatística com o objetivo de verificar a existência de uma relação funcional entre uma variável dependente com uma ou mais variáveis independentes (PETERNELLI, 2007). Em outras palavras consiste na obtenção de uma equação que tenta explicar à variação da variável dependente, no caso do estudo a área desmatada, pela variação dos níveis das variáveis independentes, descritas anteriormente e representadas nessa análise pelos fatores.

Para a análise de regressão linear foi usado o software Microsoft Office Excel 2007 e a partir do resultado dessa análise foi obtido os coeficientes que permitem assim a formulação da equação dos fatores que causam desmatamento na Amazônia.

**3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

3.1. PRINCIPAIS DISCUSSÕES SOBRE DESFLORESTAMENTO

Nesta seção, objetiva-se analisar os resultados de estudos que explicam as causas do desmatamento oriundas das atividades econômicas de maior influência no município de Itaituba. Entre as varáveis que mais influenciam e determinam o desmatamento na cidade estão: agricultura e pecuária.

**3.1.1. Fator Agricultura**

A expansão da agricultura é a principal causa de desmatamento das florestas tropicais, que se destacam pela disponibilidade de vantagens, como os serviços disponibilizados pelos ecossistemas, como produção de alimentos, armazenamento de carbono e conservação da biodiversidade, processos estes afetado pelas mudanças na cobertura da terra (MORTON, et al., 2008), ocorrendo um avanço motivado pela facilidade de crédito, propiciada por incentivos fiscais (PENA 2005 apud PENA 2011).

Em Itaituba, a agricultura é um forte fator para o desmatamento na região, visto que essa é uma das principais atividades econômicas da cidade. De acordo com o SIDRA (2014), as culturas de maior influência nessa região são de arroz, milho e feijão ocupando uma área de 11400 hectares.

**3.1.2. Fator Pecuária**

O desmatamento na Amazônia brasileira tem como principais causas diretas a pecuária, a agricultura de larga escala e a agricultura de corte e queima. Dessas causas, a expansão da pecuária bovina é a mais importante (RIVERO et al, 2009), fato este que pode ser confirmado através de uma maior rentabilidade da pecuária na região amazônica, do ponto de vista privado, através de taxas de retorno superiores ás da pecuária em outras regiões do país (PENA, 2011).

Segundo Rodrigues (2004), a pecuária como atividade dominante e de maior expansão na Amazônia acarreta consequências diretas no desflorestamento, uma vez que a pecuária extensiva, com baixo nível tecnológico, tem a sua produção aumentada baseada mais na expansão de áreas desflorestadas e menos no aumento da produtividade.

Em Itaituba, a pecuária é um forte fator para o desmatamento na região, visto que essa é uma das principais atividades econômicas da cidade. Segundo o IBGE (2012), em análise realizada entre os anos de 2000 a 2012, mostra que o efetivo rebanho (cabeças) bovino apresentou um crescimento de, aproximadamente, 54%. Dessa forma, os dados mostram que a pecuária teve um efetivo avanço na região e consequentemente, o aumento da pastagem no território e o aumento do desmatamento (LE MOAL, 2007).

3.2. TRATAMENTO DE DADOS

**3.2.1 Análise Estatística**

 De acordo com Costa (2006), para comprovar a adequacidade da análise fatorial, isto é, o quanto uma análise fatorial é adequada se utiliza o índice de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), onde que valores altos (entre 0,5 e 1,0) indicam que a análise fatorial é apropriada, enquanto valores abaixo de 0,5 indicam que a análise fatorial pode ser inadequada

Neste estudo o KMO se deu na ordem de 0,659, informando que o conjunto de dados utilizados foi mais do que suficiente para a utilização do modelo fatorial, comprovando assim sua adequação.

**3.2.2. O método da extração de fatores**

O modelo de raiz latente foi empregado para definir os fatores subjacentes que explicam o fenômeno do desflorestamento em Itaituba. Inicialmente foram utilizadas 18 variáveis para 10 casos, referente aos anos estudados, e em função de reduzida explicação ou baixo índice de correlação identificado este número foi reduzido para 7 variáveis.

Tabela 1 – Variância Total Explicada

|  |  |
| --- | --- |
| Fatores | Rotation Sums of Squared Loadings |
| Total | Variância | Cumulativo |
| Agropecuário | 3,365 | 48,073% | 48,073% |
| Agricultura Familiar | 3,004 | 42,914% | 90,986% |

Fonte: Autores.

Depois de aplicada a analise fatorial apresentou dois fatores que conjuntamente respondem por aproximadamente 90,99% da variância total, ou seja, altamente significativo e recomendado para o fenômeno (tabela1).

**3.2.3. Análise das dimensões fatoriais**

 Os resultados foram gerados não estabelecendo o número de fatores desejados, quando o modelo fatorial foi rodado, duas dimensões foram extraídas para o numero de variáveis estudadas, fato esse que pode ser comprovado através do *screen plot* (Figura 1), gráfico dos autovalores pelo número de fatores por ordem de extração, onde que no ponto de inflexão deste gráfico é possível determinar o número de componentes.

Figura 1 – Screen Plot

Fonte: Autores.

A partir disso, foi realizada a nomeação dos dois fatores, o primeiro fator foi nomeado de fator agropecuário que explicou 48,073% (Tabela 1) de toda variância total dos dados e englobou as seguintes variáveis: cana-de-açúcar, banana, coco da baía e o rebanho de bovinos (Tabela 2), todas as variáveis apresentaram relação positiva com o fator indicando que para o período indicado ocorreu variações no mesmo sentido no conjunto do fator, exceto a variável coco da baía.

 O fator 2 foi nomeado de fator agricultura familiar e explicou 42,914% (Tabela 1) de toda variância total dos dados e juntou as seguintes variáveis: arroz, feijão e milho (Tabela 2), neste fator todas as variáveis apresentaram relações positivas.

|  |
| --- |
| Tabela 2 – Matriz de componentes rotacionados. |
| Variáveis | Fatores |
| Agropecuário | Agricultura familiar |
| Arroz | ,114 | ,957 |
| Cana-de-açúcar | ,980 | ,090 |
| Feijão | ,402 | ,846 |
| Milho | ,472 | ,796 |
| Banana | ,902 | ,423 |
| Coco-da-baía | -,815 | -,452 |
| Bovinos | ,727 | ,589 |

Fonte: Autores.

Comunalidade é a porção da variância que uma variável compartilha com todas as outras variáveis consideradas. É também a proporção de variância explicada pelos fatores comuns (COSTA, 2006). Usualmente o valor mínimo aceitável é de 0,5.

De acordo com a tabela 3, todas as variáveis utilizadas nessa análise fatorial são aceitáveis, um indicio de que as variáveis estão linearmente correlacionadas, além do fato de que os dois fatores extraídos explicam mais de 85% da variância total de todas as variáveis abordadas como, por exemplo, a banana que possui 99,30% da sua variância total explicada pelo fator agropecuário e agricultura familiar.

|  |
| --- |
| Tabela 3 – Comunalidades das variáveis estudadas |
| Variáveis | Initial | Extraction |
| Arroz | 1,000 | ,928 |
| Cana-de-açúcar | 1,000 | ,968 |
| Feijão | 1,000 | ,877 |
| Milho | 1,000 | ,857 |
| Banana | 1,000 | ,993 |
| Coco-da-baía | 1,000 | ,869 |
| Bovinos | 1,000 | ,876 |

Fonte: Autores.

**3.2.4 Análise da regressão linear**

Através dos fatores obtidos pela análise fatorial foi possível determinar a equação de desmatamento em Itaituba, para isto utilizou-se os fatores de correlação como variáveis dependentes e a área desmatada em quilômetros quadrado (km²) como variável dependente para a realização da análise de regressão linear que esboçou a seguinte equação:

*D = 4199,36 - 456,98F1 - 368,07F2*

Onde na equação, D é a área desmatada em quilômetros quadrado, F1 é o fator agropecuário e F2 é o fator agricultura familiar.

Em se tratando de uma regressão múltipla, o R² ajustado deve ser preferido em relação ao R² e a estatística F, da análise de variância, combinada com o seu valor p, preferida em relação ao R² ajustado.

Para este modelo o R² ou coeficiente de determinação que indica a proporção (ou porcentagem) da variação de Y que é “explicada” pela regressão, ou quanto da variação na variável dependente Y está sendo “explicada” pela variável independente X, foi de, aproximadamente, 97%, assim sendo de acordo com Peternelli (2007) um modelo adequado para descrever o fenômeno do desmatamento em Itaituba, já que chega próximo de 100%. Já o F de significação se deu na ordem de 2,72x 10-08, mostrando assim que de acordo com Jordan & Letti (2011) a equação obtida é significativamente aderente, já que o valor do f de significação encontrado é extremamente pequeno. O valor p ou nível descritivo é a probabilidade de que a estatística do teste (como variável aleatória) tenha valor extremo em relação ao valor observado (estatística) quando a hipótese  é verdadeira (PETERNELLI, 2007), no modelo aplicado o valor p da variável dependente e do fator 1 e 2, respectivamente, 1,49 x 10-17, 7,56 x 10-8 e 5,82 x 10-7, sendo considerados assim significativos para o modelo.

**4. CONSIDERAÇÔES FINAIS**

 A análise fatorial apresentou índices estatísticos que comprovam que o modelo proposto é valido para expressar o desflorestamento no município de Itaituba, além do que a equação do desmatamento estabelecida através da análise de regressão linear apresentou resultados satisfatórios na análise do coeficiente de determinação, f de significação e valor-p, atestando assim a veracidade da equação.

 Portanto, a partir da comprovação do modelo estatístico e da equação do desmatamento, podem ser desenvolvidas políticas públicas para controlar o desmatamento no município, já que foi possível determinar as principais atividades que possuem estreita relação com a transformação de florestas primárias, permitindo assim a criação de um sistema que torne eficaz a gestão e o gerenciamento destas atividades no município.

**REFERÊNCIAS**

CASTRO, Edna. Dinâmica socioeconômica e desmatamento na Amazônia. Novos Cadernos NAEA v. 8, n. 2, dez. 2005.

COSTA, Giovani; Glaucio de Oliveira. Um procedimento inferencial para análise fatorial utilizando as técnicas bootstrap e jackknife: construção de intervalos de confiança e testes de hipóteses. Rio de Janeiro, 2006.

IBGE – SIDRA. Instituto Brasileiro de Geografia de Estatística – Produção Pecuária Municipal e Produção Agrícola Municipal. Acesso em 2014.

Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará – IDESP. Boletim de desmatamento e focos de calor. Maio, 2013.

Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará – IDESP. Estatística Municipal: Itaituba. 2011.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Prodes – Estimativas Municipais. Acessado em 2014.

JORDAN, Johnny Rocha; LETTI, Giovanni. Utilização da análise regressão múltipla em estação de tratamento de efluentes de indústria papeleira. Belo Horizonte, 2011.

LE MOAL, Maira. O desafio de se pensar o desenvolvimento territorial numa nova fronteira da Amazônia brasileira. Relatório de trabalho de conclusão de curso de engenheiro agrônomo. Março – setembro, 2007.

MARTINS, Carlos. Análise econométrica do desmatamento no estado do Pará. 2009. Ministério do Meio Ambiente – MMA. Data desconhecida. Acesso 2014.

PENA, Heriberto; DE OLIVEIRA, Francisco e CAMPOS, Pedro. 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.

PETERNELLI, Luiz Alexandre. Estatística I. Viçosa, 2006.