

Análise da Degradação Ambiental nos Municípios e Mesorregiões do Estado do Paraná

Analysis of Environmental Degradation in Cities and Mesoregions of Paraná

Análisis de la Degradación Ambiental en Municipios y Mesorregiones del Estado de Paraná

Nelson Guilherme Machado Pinto*
Mygre Machado Lopes** e Daniel Arruda Coronel***

RESUMO

O objetivo deste trabalho consiste em analisar o padrão de degradação dos municípios e das mesorregiões do estado do Paraná a partir da criação de um Índice de Degradação (ID). Neste sentido, foram pesquisadas 27 variáveis de 399 municípios paranaenses para o ano de 2006. O valor médio da degradação ambiental desses municípios é de 67,76%. Esse valor é de alta representatividade e demonstra que mais da metade do território paranaense enfrenta problemas relacionados à degradação ambiental. No que tange aos municípios, verifica-se que muitos deles possuem 100% com relação ao índice de degradação. Esses municípios e suas respectivas mesorregiões possuem ligação direta com a atividade agropecuária, confirmando a participação dessa atividade no agravamento do fenômeno. Além disso, questões como pobreza rural e limitações naturais podem intensificar a situação da degradação do ambiente. Contudo, práticas relacionadas à agricultura familiar, bem como melhorias na educação ambiental, podem vir a reduzir estes índices.

Palavras-chave: Degradação ambiental. Paraná. Índice de Degradação. Agroecologia. Análise fatorial.

* Bacharel em Administração, Mestre em Administração e Doutorando em Administração na Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: nelguimachado@hotmail.com

** Economista, mestranda em Administração na Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: mygrelopes@gmail.com

*** Economista pela Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. Mestre em Agronegócios pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. Doutor em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. Atualmente é Professor Adjunto do Departamento de Ciências Administrativas e dos Programas de Pós-Graduação em Administração e de Gestão das Organizações Públicas da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: daniel.coronel@uol.com.br

Artigo recebido em fevereiro/2014 e aceito para publicação em abril/2014.

ABSTRACT

The aim of this work is to analyze the pattern of environmental degradation in the cities and mesoregions of the State of Paraná, creating a Degradation Index. In this sense, we studied 27 variables from 399 cities in the year of 2006. The average value of the environmental degradation of the cities is 67.76 %. This value is a significant number and demonstrates that more than half of the State of Paraná area faces problems related to environmental degradation. Regarding the cities, it can be seen that many of them have 100 % of relation with the Degradation Index. These cities and their mesoregions have a direct connection with the agricultural activity, which confirms the involvement of this activity in the aggravation of the phenomenon. Furthermore, issues such as rural poverty and natural limitations can aggravate the situation of environmental degradation. However, family agriculture practices as well as improvement in environmental education may reduce these rates.

Keywords: Environmental degradation. Paraná. Degradation Index. Agroecology. Factor analysis.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es analizar el patrón de degradación en municipios y mesorregiones del estado del Paraná a partir de la creación de un Índice de Degradación (ID). En este sentido, se estudiaron 27 variables de 399 municipios del estado para el año 2006. El valor medio de degradación ambiental de esos municipios es de 67,76%. Ese valor es alto y demuestra que más de la mitad del territorio del Paraná se enfrenta a problemas relacionados con la degradación del medio ambiente. En cuanto a los municipios, se observa que muchos de ellos tienen el 100% en el Índice de Degradación. Estos municipios y sus mesorregiones tienen una conexión directa con la actividad agrícola, lo que confirma la participación de esta actividad en la intensificación del fenómeno. Además, temas como la pobreza rural y las limitaciones naturales pueden agravar la situación de degradación del medio ambiente. Sin embargo, prácticas relacionadas con la agricultura familiar, así como también mejoras en la educación ambiental, pueden disminuir estos índices.

Palabras clave: Degradación ambiental. Paraná. Índice de Degradación. Agroecología. Análisis factorial.

INTRODUÇÃO

O meio ambiente é uma verdadeira fonte de energia, produtos e outros aspectos que alavancaram e ainda proporcionam o desenvolvimento do ser humano. A partir disso, há, durante a evolução da humanidade, a atuação e a transformação do meio no qual está inserida. Entretanto, essas mudanças possuem destaque na conjuntura da sociedade, principalmente, quanto a aspectos de qualidade ambiental.

Diante desse cenário, passa a haver uma interação mundial com a finalidade de orientar a população com relação à preservação do meio ambiente. Esse processo ocorre pela construção de mecanismos a fim de mensurar questões relacionadas aos impactos ambientais e de sustentabilidade (LEITE; SILVA; HENRIQUES, 2011; SILVA; SELIG; MORALES, 2012). Dentre esses impactos ambientais, a degradação ambiental mostra-se como um tema de relevância dentro da literatura acadêmica e do contexto sociopolítico da sociedade (PINTO; CORONEL, 2013).

A degradação do meio ambiente pode ser entendida, de acordo com Lemos (2001), como um fenômeno de destruição, deterioração ou desgaste, gerado ao meio ambiente por meio de determinados aspectos. Uma das grandes responsáveis pelo agravamento desse fenômeno, no contexto brasileiro, é a atividade agropecuária, que gera impactos ao ambiente, deixando em segundo plano questões ambientais (LEITE; SILVA; HENRIQUES, 2011).

Diante desse cenário de degradação, uma alternativa de combate a esse processo é a agroecologia, que consiste em técnicas de agricultura sustentável a fim de evitar e diminuir os impactos ambientais (SOUZA, 2011). A partir desse contexto, surgem pesquisas científicas com o objetivo de quantificar a degradação ambiental e conhecer os seus fatores associados dentro do cenário agropecuário brasileiro. A mensuração desse fenômeno ocorre por meio da construção de um Índice de Degradação (ID), o qual se delimita como uma *proxy* para determinar a área de degradação de uma determinada região (SILVA; RIBEIRO, 2004). Contudo, verifica-se que os estudos em degradação ambiental por meio de índices se fazem presentes em todas as regiões do Brasil, exceto nos estados da Região Sul.

Seguindo essa temática, o objetivo deste trabalho consiste em analisar a degradação ambiental dos municípios e mesorregiões do estado do Paraná a partir da construção de um Índice de Degradação para essa região brasileira. O estado paranaense possui destaque no setor agropecuário da economia, sobretudo no que concerne ao mercado de grãos (IPARDES, 2014). Visto que grande parte dos estudos anteriores determina as questões agropecuárias como uma das principais responsáveis pelo agravamento da degradação ambiental, é pertinente verificar como se comporta esse fenômeno no Estado do Paraná com um índice que possui um viés para a atividade agropecuária. Além disso, devido à escassez de trabalhos nos estados dessa região do País, será permitida a verificação de semelhanças, diferenças e demais aspectos da degradação para o Paraná em comparação com as realidades das outras regiões (PINTO; CORONEL, 2013).

O presente artigo está estruturado, além desta introdução, em quatro seções. Na primeira, apresenta-se o referencial teórico. Na segunda, têm-se os procedimentos metodológicos e, na seção seguinte, a discussão dos resultados. Por fim, são apresentadas as considerações finais do artigo.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

As origens da degradação ambiental datam de relatos em textos clássicos de povos antigos, os quais descrevem o desaparecimento de civilizações em decorrência da exploração continuada e desordenada do território (DUARTE, 2004). Nos últimos anos, ficou evidente a importância dada pela comunidade mundial para os danos praticados pela sociedade sobre o meio ambiente. Práticas como desmatamento e queimadas resultam em comprometimento dos recursos naturais e alterações em ecossistemas, causando como consequências transformações de regiões em áreas degradadas (AQUINO; ALMEIDA; OLIVEIRA, 2012).

O ser humano, como agente modificador da paisagem natural, possui responsabilidade pelas mudanças causadas no espaço ambiental. A questão dos impactos originados pela degradação ambiental é complexa e exige conhecimentos multidisciplinares por parte dos agentes no manejo do solo ou de outros elementos naturais, bem como daqueles que atuam nas políticas públicas (BALSAN, 2006). A degradação ambiental pode ser entendida como destruição, deterioração ou desgaste do meio ambiente. Algumas expressões usadas como sinônimos da degradação ambiental são “devastação ambiental” e “deterioração ambiental” (LEMOS, 2001). Esse fenômeno possui grandes vertentes nas atividades agrícolas, as quais sempre tiveram importância no contexto econômico nacional, relegando ao segundo plano as questões ambientais (FERNANDES; CUNHA; SILVA, 2005).

A tendência à degradação ambiental é consequência de algumas práticas e atitudes tomadas pelos agentes econômicos e sociais dentro da dinâmica ambiental. Assim, esse fenômeno advém de alguns fatores, dentre os quais se pode destacar o uso intensivo da mecanização, de fertilizantes, de agrotóxicos, a irrigação, o desmatamento e as queimadas (CUNHA *et al.*, 2008). É evidente que grande parte da degradação ambiental tem origem na interação humana com a natureza. Além disso, a agropecuária, por atender a demandas de mercados, surge como uma das principais responsáveis por esse processo de degradação.

Conforme afirmam Araujo *et al.* (2010), impactos ambientais decorrentes da atividade agropecuária dificilmente não ocorrerão, pois a natureza da atividade em si faz com que as ações ligadas ao agronegócio interajam com o meio ao seu redor, modificando-o. Contudo, de acordo com o mesmo autor, é preciso conscientizar o agropecuarista sobre a preservação ambiental e oferecer a eles meios e métodos eficazes a fim de promover um desenvolvimento sustentável. A partir da importância e dos desdobramentos originados pelo conhecimento dos aspectos de degradação ambiental, surge a necessidade de quantificar essa questão.

Assim, o índice de degradação surge como uma medida de proporção de degradação ambiental de uma região objeto de estudo (SILVA; RIBEIRO, 2004). O trabalho de Lemos (2001) foi o pioneiro na construção desse índice, pois determinou o ID a partir de uma metodologia que foi sendo seguida por autores no decorrer de trabalhos posteriores. Vale destacar que a maior parte dos estudos que aplicaram tal metodologia investigou a degradação ambiental em municípios ou estados de várias regiões do Brasil (LEMOS, 2001; SILVA; RIBEIRO, 2004; FERNANDES; CUNHA; SILVA, 2005; CUNHA *et al.*, 2008, PAIS; SILVA; FERREIRA, 2012).

A partir desses estudos, como mostra o quadro 1, verifica-se a utilização de procedimentos metodológicos semelhantes a fim de delinear a problemática da degradação ambiental. Além disso, nota-se a heterogeneidade desse fenômeno nas diferentes regiões estudadas, demonstrando que o mesmo impacta de maneira divergente as diferentes regiões objetos de estudo (PINTO; CORONEL, 2013).

QUADRO 1 - ESTUDOS EMPÍRICOS DE ÍNDICES DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

REGIÃO DO ESTUDO	MÉTODO UTILIZADO	PRINCIPAIS RESULTADOS	REFERÊNCIA
Estados da Região Nordeste	Análise fatorial, índice e regressão	Mais da metade dos municípios possuem mais de 80% de degradação. A Bahia é o estado mais degradado, com ID de 84,36%. Verifica-se o alto grau de degradação da região devido a questões climáticas e sociais.	Lemos (2001)
Municípios do Acre	Análise fatorial, índice, regressão e <i>cluster</i>	A degradação média dos municípios foi de 30,74%. Alguns municípios possuem valores iguais ou próximos a zero, enquanto outros possuem IDs maiores que 60%.	Silva e Ribeiro (2004)
Municípios de Minas Gerais	Análise fatorial, índice, regressão e <i>cluster</i>	A degradação média dos municípios foi de cerca de 86%. Verifica-se que 40% dos municípios chegaram ao valor máximo de ID, isto é, 1.	Fernandes, Cunha e Silva (2005)
Microrregiões do Cerrado Brasileiro	Análise fatorial e índice	Os níveis de degradação apresentaram-se desiguais entre as regiões estudadas. Os maiores níveis de degradação foram das regiões Noroeste de Minas Gerais, Sul de Goiás e Sudeste de Mato Grosso.	Cunha <i>et al.</i> (2008)
Municípios da Bahia	Análise fatorial, índice e <i>cluster</i>	Os municípios baianos demonstram heterogeneidade quanto ao fenômeno da degradação ambiental.	Pais <i>et al.</i> (2012)

FONTE: Os autores

Além dos trabalhos originados da metodologia criada por Lemos (2001), que possuem um enfoque mais aplicável ao âmbito socioeconômico, existem estudos que possuem abordagens diferenciadas destes, abrangendo, além da degradação, outros aspectos de qualidade ambiental. Dentre eles destacam-se tanto estudos nacionais (ARAUJO *et al.*, 2010; LEITE; SILVA; HENRIQUES, 2011; SILVA; SELIG; MORALES, 2012) quanto internacionais (REED; SHENG, 1997; STEEG *et al.*, 2006).

Mesmo com todas as questões oriundas da degradação, há a possibilidade de se desenvolver uma economia sustentável. A partir do contexto de crise socioambiental nas últimas décadas, a agroecologia obteve cada vez mais relevância, pois consolidou-se devido aos questionamentos a serem feitos quanto aos paradigmas de racionalidade econômica e tecnológica vigentes (LEFF, 2002). A partir disso, o termo agroecologia pode ser definido tanto como movimentos sociais que contestam o padrão de produção de alimentos vigente quanto como a caracterização de práticas agrícolas que procuram ter maior cuidado e responsabilidade com as questões socioambientais (WEZEL *et al.*, 2009).

2 METODOLOGIA

O presente trabalho fundamenta-se nos estudos presentes na literatura que utilizaram uma metodologia específica para a criação de um índice de degradação. Esse índice é considerado uma *proxy* da degradação ambiental de uma região de estudo (SILVA; RIBEIRO, 2004). A pesquisa é classificada como quantitativa e descritiva, visto que serão realizadas observações e análises a fim de registrar e correlacionar fenômenos sem manipulá-los (RAMPAZZO, 2002).

A partir de estudos anteriores relativos ao tema, nota-se o caráter multidimensional da degradação ambiental, pois a magnitude desse problema requer a consideração de um conjunto de variáveis de características locais. Dessa maneira, por envolver variáveis que abordam aspectos diferentes, a utilização da análise multivariada, especificamente da técnica de análise fatorial, torna-se a mais adequada para esse propósito (CUNHA *et al.*, 2008). Portanto, a técnica de análise fatorial, por meio do método de componentes principais, foi aplicada ao conjunto de variáveis do estudo para mensurar a magnitude do processo de degradação. Além disso, os escores fatoriais obtidos por meio dessa técnica possibilitam a construção do ID a fim de mensurar esse fenômeno no cenário paranaense.

A técnica de análise fatorial aborda a problemática de verificar as correlações entre um grupo expressivo de variáveis, definindo um conjunto de dimensões latentes comuns, denominadas fatores. Esse método possui como principais objetivos o resumo e a redução dos dados (HAIR *et al.*, 2009).

Um modelo de análise fatorial, de acordo com Mingoti (2005), é dado, genericamente, em forma matricial, podendo ser expresso da seguinte forma:

$$X_i = a_{ij}F_j + \varepsilon_i \quad (1)$$

em que:

$X_i = (X_1, X_2, \dots, X_p)^t$ é um vetor transposto de variáveis aleatórias observáveis;

a_{ij} = é uma matriz ($p \times m$) de coeficientes fixos denominados cargas fatoriais, os quais descrevem o relacionamento linear de X_i e F_j ;

$F_j = (F_{j1}, F_{j2}, \dots, F_{jp})'$ é um vetor transposto ($m < p$) de variáveis latentes que descrevem os elementos não observáveis da amostra; e

$\mathcal{E}_i = (\mathcal{E}_{i1}, \mathcal{E}_{i2}, \dots, \mathcal{E}_{ip})'$ é um vetor transposto dos erros aleatórios, correspondentes aos erros de medição e à variação de X_i que não é explicada pelos fatores comuns F_j .

Devido ao fato de as variáveis do estudo se apresentarem em escalas diferentes, surge a necessidade de sua padronização. A realização deste procedimento consta nos problemas que os dados em diferentes escalas ou transformados de maneira incorreta podem proporcionar nas pesquisas (GREENE, 2008). O procedimento de padronização das variáveis é dado por:

$$Z = \frac{(X_i - \bar{X})}{S}, i = 1, \dots, n \quad (2)$$

onde:

Z = variável padronizada;

X_i = variável a ser padronizada;

\bar{X} = média de todas as observações;

S = desvio padrão amostral.

Por meio da padronização das variáveis aleatórias observáveis X_i , esta pode ser substituída pelo vetor de variáveis padronizadas Z_i , com a finalidade de resolver a problemática de diferenças de unidade de escala, como demonstrado na equação 2 (MINGOTI, 2005).

Para a construção do índice de degradação, é preciso estimar os escores associados a cada fator após a rotação ortogonal. No presente trabalho, foi aplicado o recurso da transformação ortogonal dos fatores originais pelo método Varimax, que demonstra uma estrutura mais simples de ser interpretada por maximizar num único fator as correlações de cada variável (HAIR *et al.*, 2009). Com a finalidade de verificar se a análise fatorial utilizada ajusta-se aos dados do modelo, utilizaram-se os testes de Esfericidade de Bartlett e o Critério de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO). O primeiro fornece a probabilidade estatística de que a matriz de correlação tenha correlações significantes entre pelo menos algumas das variáveis, ou seja, compara a matriz de correlação populacional com a matriz identidade. Para que os dados sejam adequados a essa análise, o resultado desse teste deve ser a rejeição da hipótese nula, isto é, de igualdade das matrizes. O teste de KMO verifica a adequação dos dados a partir da criação de um índice que varia de 0 a 1, o qual compara as correlações simples e parciais entre as variáveis, sendo que valores superiores a 0,5 demonstram que os dados são adequados à análise fatorial (MINGOTI, 2005; HAIR *et al.*, 2009).

Posteriormente à obtenção, identificação dos fatores e determinação dos respectivos escores fatoriais, há a possibilidade de mensuração da degradação para os municípios paranaenses pela construção de um índice. A construção do índice ocorre conforme metodologia utilizada por Cunha *et al.* (2008) e Pais, Silva e Ferreira (2012):

$$ID_i = \sum_{j=1}^p \frac{\lambda_j}{\sum \lambda_j} F_{ji}^* \quad (3)$$

em que:

ID_i corresponde ao Índice de Degradação do i -ésimo município analisado;

J refere-se à j -ésima raiz característica;

P representa o número de fatores extraídos na análise;

F_{ji}^* é o j -ésimo escore fatorial do i -ésimo município analisado;

$\sum \lambda_j$ representa o somatório das raízes características referentes aos p fatores extraídos, sendo que $\lambda_j / (\sum \lambda_j)$ diz respeito à participação relativa do fator j na explicação da variância total captada pelos p fatores extraídos.

O índice de degradação possui um viés com relação à atividade agropecuária, sendo possível identificar os fatores associados à degradação de uma região a ser estudada. Convém ressaltar que a metodologia de cálculo do ID utiliza o procedimento de distribuição simétrica em torno da média zero dos escores fatoriais de cada município. Com a finalidade de evitar que elevados escores fatoriais negativos aumentem a magnitude dos índices associados aos municípios com escores fatoriais negativos, deve-se proceder a uma transformação deste a fim de trazer todos eles para o primeiro quadrante, procedimento a ser realizado antes da estimação do ID (LEMOS, 2001).

$$F_{ji} = \frac{(F_{ji} - F_j^{min})}{(F_j^{max} - F_j^{min})} \quad (4)$$

onde:

F_{ji} são os escores fatoriais;

F_i^{max} e F_i^{min} são, respectivamente, o valor máximo e o valor mínimo observado para o j -ésimo escore fatorial associado ao i -ésimo município.

Os cálculos foram realizados por meio do software estatístico *Statistical Package of Social Science* (SPSS) 20.0. As variáveis utilizadas para este estudo fundamentaram-se nas evidências empíricas sobre degradação ambiental, principalmente nos trabalhos de Cunha *et al.* (2008) e Pais, Silva e Ferreira (2012), os quais enfocam a degradação ambiental sobre o cenário da agropecuária. Os dados foram coletados para cada município paranaense, tendo sido utilizadas as seguintes variáveis, conforme demonstra o quadro 2.

A amostra do estudo foi composta por 399 municípios do estado do Paraná. As variáveis do estudo foram coletadas no Censo Agropecuário de 2006, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2006).

QUADRO 2 - CÓDIGO E DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS UTILIZADAS

CÓDIGO DA VARIÁVEL	DESCRIÇÃO DA VARIÁVEL
x1	Áreas queimadas dos estabelecimentos por hectare
x2	Áreas com pastagens degradadas dos estabelecimentos por hectare
x3	Área total utilizada com culturas permanentes por hectare
x4	Área total utilizada com culturas temporárias por hectare
x5	Área total utilizada com pastagens naturais por hectare
x6	Área total utilizada com pastagens plantadas por hectare
x7	Área total de terras inaproveitáveis para agropecuária por hectare
x8	Valor das despesas com corretivos em mil reais
x9	Valor das despesas com agrotóxico total em mil reais
x10	Valor das despesas com medicamentos veterinários em mil reais
x11	Valor das despesas com combustível em mil reais
x12	Valor das despesas com energia elétrica consumida em mil reais
x13	Nº de estabelecimentos com controle de pragas e doenças
x14	Nº de estabelecimentos com uso de adubos
x15	Nº de estabelecimentos que aplicam corretivos
x16	Nº de estabelecimentos que utilizam agrotóxicos
x17	Nº de estabelecimentos que deixam as embalagens de agrotóxicos no campo
x18	Nº de estabelecimentos que depositam embalagens de agrotóxico no lixo comum
x19	Nº de estabelecimentos que queimam ou enterram as embalagens de agrotóxicos
x20	Nº de estabelecimentos com nascentes não protegidas por matas
x21	Nº de estabelecimentos com rios ou riachos não protegidos por matas
x22	Nº de estabelecimentos com lagos naturais ou açudes não protegidos por matas
x23	Nº de estabelecimentos que recebem orientação técnica
x24	Número de colheitadeiras
x25	Nº de tratores
x26	Nº de arados
x27	Efetivo bovino em relação às pastagens naturais e plantadas

FONTES: Os autores

3 ANÁLISE E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

3.1 ANÁLISE FATORIAL

Com o objetivo de verificar se o conjunto de dados é apropriado para análise fatorial, o teste de esfericidade de Bartlett rejeitou a hipótese nula de igualdade de matrizes, demonstrando, portanto, adequação para a análise fatorial (MINGOTI, 2005). Em relação ao KMO, o valor encontrado foi de 0,842, o qual mostra novamente adequação para o emprego da análise fatorial, pois, conforme afirmam Hair *et al.* (2009), valores superiores a 0,5 indicam a adequação dessa técnica.

A análise aplicada ao modelo possibilitou a extração de oito fatores, os quais sintetizam as 27 variáveis pesquisadas. Pela análise fatorial com a utilização do método de componentes principais, e pelo método de rotação ortogonal Varimax, percebe-se, de acordo com a tabela 1, que os oito fatores explicam 79,06% da variância total das variáveis selecionadas.

TABELA 1 - AUTOVALORES DA MATRIZ E VARIÂNCIA EXPLICADA DAS CORRELAÇÕES PARA OS MUNICÍPIOS PARANAENSES

FATOR	AUTOVALOR	VARIÂNCIA EXPLICADA PELO FATOR (%)	VARIÂNCIA ACUMULADA (%)
1	6,98	25,87	25,87
2	2,96	10,96	36,83
3	2,80	10,35	47,18
4	1,95	7,22	54,39
5	1,92	7,11	61,50
6	1,91	7,09	68,59
7	1,53	5,65	74,24
8	1,30	4,82	79,06

FONTE: Os autores

Após a definição do número de fatores, analisaram-se as cargas fatoriais e as communalidades, conforme a tabela 2, associadas a cada variável com o objetivo de verificar as características de cada fator de degradação ambiental.

Foram consideradas apenas as cargas fatoriais com valores superiores a 0,50, que, no caso deste estudo, apresentaram para todas as variáveis carga positiva. Os valores encontrados para as communalidades demonstram que todas as variáveis têm sua variabilidade captada e representada pelos oito fatores.

TABELA 2 - CARGAS FATORIAIS APÓS ROTAÇÃO ORTOGONAL E COMUNALIDADES

VARIÁVEIS	CARGAS FATORIAIS								COMUNALIDADES
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	
x1	0,18	0,06	0,11	-0,04	0,06	-0,12	0,83	-0,05	0,75
x2	0,02	0,12	0,78	0,15	0,15	0,08	0,07	0,09	0,69
x3	0,00	-0,07	0,14	-0,06	0,03	-0,20	0,00	0,80	0,71
x4	0,74	-0,05	0,09	0,21	0,14	0,34	0,24	0,18	0,83
x5	0,00	0,33	0,34	0,03	0,11	0,31	0,14	0,59	0,70
x6	0,01	0,03	0,92	-0,01	0,16	0,06	0,01	0,05	0,89
x7	0,07	0,09	-0,14	0,09	0,09	0,36	0,62	0,28	0,64
x8	0,02	0,03	0,10	0,95	0,01	-0,07	-0,01	-0,06	0,92
x9	0,23	-0,04	0,04	0,94	0,05	0,09	0,01	0,02	0,95
x10	0,14	0,08	0,32	-0,02	0,00	0,74	0,00	-0,05	0,67
x11	0,73	-0,04	0,10	0,16	0,05	0,48	0,04	0,14	0,82
x12	0,34	0,12	0,05	-0,01	-0,02	0,68	0,00	-0,11	0,61
x13	0,54	0,38	0,17	-0,06	-0,01	-0,07	0,44	-0,12	0,68
x14	0,87	0,39	0,10	0,01	0,14	0,00	0,10	-0,05	0,95
x15	0,89	0,24	0,10	-0,01	0,09	0,00	0,13	-0,06	0,88
x16	0,83	0,35	0,14	0,02	0,14	-0,04	0,21	-0,12	0,90
x17	0,10	0,17	0,18	0,02	0,67	0,00	0,24	-0,13	0,60
x18	0,07	0,01	0,09	0,05	0,80	-0,01	-0,06	0,06	0,67
x19	0,10	0,20	0,21	-0,01	0,77	0,03	0,02	0,16	0,71
x20	0,28	0,86	0,11	0,01	0,14	0,11	-0,03	0,01	0,86
x21	0,22	0,82	0,05	0,00	0,13	0,08	0,15	0,05	0,77
x22	0,36	0,75	0,29	-0,01	0,14	0,07	0,07	0,03	0,80
x23	0,91	0,22	0,03	0,02	0,02	0,06	-0,07	-0,06	0,90
x24	0,82	-0,04	-0,11	0,20	0,04	0,32	-0,02	0,07	0,84
x25	0,89	0,06	-0,02	0,10	0,02	0,29	0,01	0,13	0,91
x26	0,74	0,43	-0,03	-0,05	0,05	-0,04	0,11	-0,07	0,76
x27	0,14	0,20	0,88	0,02	0,17	0,19	0,01	0,17	0,93

FONTE: Os autores

NOTA: Valores em negrito denotam a maior carga fatorial da variável em um fator.

Verifica-se que o Fator 1 (F1) é fortemente relacionado com aspectos ligados aos diversos insumos agrícolas e pode ser denominado como Fator Modernização Tecnológica. O Fator 2 (F2) relaciona-se a questões ligadas aos recursos da água, podendo ser denominado como Fator de Preservação Hídrica. O Fator 3 (F3) relaciona os diferentes tipos de áreas com pastagens, podendo ser entendido como Fator Degradação das Áreas Agrícolas.

O Fator 4 (F4) refere-se às despesas com agrotóxicos e corretivos, além de defensivos agrícolas, denominando-se, assim,, como Fator Investimentos Bioquímicos. O Fator 5 (F5) refere-se a variáveis de orientação dos lixos agrotóxicos, sendo denominado como Fator Destino das Embalagens de Agrotóxicos. O Fator 6 (F6) trata das despesas com energia elétrica. O Fator 7 (F7) relaciona-se às áreas inapropriadas para a agropecuária e áreas queimadas. Por fim, o Fator 8 (F8) refere-se às áreas com culturas permanentes e pastagens naturais.

3.2 DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NOS MUNICÍPIOS E MESORREGIÕES PARANAENSES

Em comparação a outros trabalhos empíricos, observa-se que, apesar de mais da metade da área do Paraná mostrar-se degradada, o valor do ID médio de 67,76% para o estado é superado por outras regiões do Brasil, em estudos anteriores. No estudo de Lemos (2001), realizado com os estados nordestinos, verifica-se que a média do ID dessa região alcançou os 80,90%, no qual as causas estão relacionadas às condições edafoclimáticas e econômicas da região. O estudo de Silva e Ribeiro (2004) encontrou um ID médio de 30,74% para o estado do Acre, sendo que este estado demonstrou um índice de degradação consideravelmente menor que o encontrado para o Paraná. Apesar de satisfatório o resultado com relação à degradação ambiental, os autores apontam que algumas regiões apresentaram IDs elevados, demonstrando a heterogeneidade desse processo no estado. Por fim, no estado de Minas Gerais, o trabalho de Fernandes, Cunha e Silva (2005) apresentou ID médio de 86%, valor muito superior ao caso paranaense, demonstrando o baixo estado de conservação ambiental do estado mineiro.

No que tange aos municípios com maiores e menores IDs, no caso paranaense, isto pode ser visualizado na tabela 3:

TABELA 3 - MAIORES E MENORES IDs MÉDIOS DOS MUNICÍPIOS PARANAENSES E SUAS RESPECTIVAS MESORREGIÕES

MAIOR ID MUNICIPAL	MESORREGIÃO	ID (%)	MENOR ID MUNICIPAL	MESORREGIÃO	ID (%)
Candói	Centro-Sul	100	Salto do Lontra	Sudoeste	53,55
Castro	Centro-Oriental	100	Salgado Filho	Sudoeste	53,45
Guarapuava	Centro-Sul	100	Porto Rico	Noroeste	53,45
Londrina	Norte-Central	100	Lobato	Norte Central	53,30
Nova Laranjeiras	Centro-Sul	100	São Pedro do Paraná	Noroeste	53,26
Pinhão	Centro-Sul	100	Enéas Marques	Sudoeste	53,24
Roncador	Centro-Occidental	100	Pontal do Paraná	Metropolitana	53,19
Tibagi	Centro-Oriental	100	Pinhal de São Bento	Sudoeste	52,79
Telêmaco Borba	Centro-Oriental	99,86	Xamburé	Noroeste	52,71
Ponta Grossa	Centro-Oriental	98,62	Alto Paraíso	Noroeste	49,36

FONTE: Os autores

A partir da análise da tabela 3, verifica-se que existem municípios com 100% de degradação, com base no índice construído para este estudo. Ao todo, foram oito municípios dentro da amostra pesquisada que apresentaram 100% de ID. Observando estes municípios, quatro encontram-se concentrados na mesorregião Centro-Sul e dois na mesorregião Centro-Oriental. Entre os municípios que apresentaram menor ID, oito pertencem às mesorregiões Sudoeste e Noroeste.

Analisando especificamente as mesorregiões paranaenses, nota-se, conforme tabela 4, as mesorregiões de menor e maior ID, bem como a média dos seus municípios componentes para o índice.

TABELA 4 - ID MÍNIMO, MÁXIMO E MÉDIO POR MESORREGIÕES DO PARANÁ

MESORREGIÃO	ID MÉDIO (%)	ID MÍNIMO (%)	ID MÁXIMO (%)
Noroeste Paranaense	59,45	49,36	77,74
Centro-Occidental Paranaense	68,61	55,50	100,00
Norte Central Paranaense	64,83	53,30	100,00
Norte Pioneiro Paranaense	68,63	55,18	98,51
Centro-Oriental Paranaense	86,54	67,40	100,00
Oeste Paranaense	62,36	54,85	89,51
Sudoeste Paranaense	58,42	52,79	69,78
Centro-Sul Paranaense	74,84	56,25	100,00
Sudeste Paranaense	70,42	57,79	91,68
Metropolitana de Curitiba	63,52	53,19	92,78

FONTE: Os autores

Pelos dados da tabela 4, verifica-se que o fenômeno de degradação ambiental apresenta certa heterogeneidade no Paraná. Isto porque existem regiões que são muito mais degradadas do que outras. A partir disso, políticas públicas visando diminuir a degradação ambiental tornam-se mais necessárias em algumas regiões do que em outras. A história econômica do Paraná está fortemente relacionada com a expansão da cultura cafeeira, tendo, portanto, desde as suas origens, a base agrícola como fator de influência na degradação ambiental do estado. O Paraná é um dos maiores produtores nacionais de grãos, apresentando uma pauta agrícola diversificada, devido à utilização de avançadas técnicas agrônômicas, o que destaca o estado em termos de produtividade. A estrutura produtiva local baseia-se principalmente na agricultura, com o cultivo da soja, do milho, do trigo, do feijão, da cana-de-açúcar, além da produção de frutas, e na pecuária, com o seguimento da criação de aves, bovinos e suínos (IPARDES, 2014).

Ainda de acordo com a tabela 4, as mesorregiões Centro-Occidental, Norte Central, Centro-Oriental e Centro-Sul apresentaram ID máximo de 100%, ou seja, essas mesorregiões tiveram municípios que foram totalmente degradados, conforme as variáveis utilizadas no estudo. A mesorregião Centro-Occidental baseia-se na agricultura e agroindústria, o que corrobora com a relação direta entre desenvolvimento econômico e degradação ambiental. A mesorregião Norte Central baseia-se sobretudo na agroindústria e na agropecuária, com ênfase nas culturas de soja e milho e fruticultura. A mesorregião Centro-Oriental organizou sua economia fundamentalmente a partir do tropeirismo, da erva-mate e da madeira (MELO; PARRÉ, 2007).

A mesorregião Centro-Sul é uma das menos urbanizadas, formando, desse modo, um dos maiores volumes na composição da população rural do estado, reforçada pelo elevado número de assentamentos rurais e áreas indígenas (MELO; PARRÉ, 2007). Assim, com a elevada degradação ambiental pode-se conjecturar que esse fenômeno pode estar relacionado com a pobreza rural, bem como com o desconhecimento da população em relação a práticas relacionadas à preservação e uso sustentável dos recursos ambientais.

Como as variáveis utilizadas para o cálculo do ID relacionam a degradação ambiental com práticas do setor agropecuário, a participação do Valor Adicionado desta atividade nas mesorregiões Centro-Occidental, Norte Central, Centro-Occidental e Centro-Sul apresentou resultados significativos para o setor agropecuário, com participações de 6,07%, 13,66%, 13,85% e 6,92%, respectivamente, no total do Valor Adicionado Agropecuário do Estado (IPARDES, 2014). Pode-se inferir, desse modo, que a agropecuária contribui para os elevados índices de degradação ambiental dessas regiões.

De acordo com a tabela 4, as mesorregiões Centro-Occidental, Centro-Sul e Sudeste apresentaram os maiores IDs médios, havendo, assim, elevado nível de degradação ambiental. A mesorregião Sudeste concentra sua produção principalmente nas culturas da batata, feijão, soja, milho, erva-mate e fumo (MELO; PARRÉ, 2007). A participação do Valor Adicionado do setor agropecuário da mesorregião Sudeste no Valor Adicionado Agropecuário do estado foi de 9,44% (IPARDES, 2014), ou seja, pelo índice estudado ter um viés para a atividade agropecuária verifica-se que regiões onde a atividade econômica é mais intensa na agricultura e pecuária há maiores níveis de degradação.

Conforme a tabela 4, as mesorregiões Noroeste, Sudoeste, Norte Central e Metropolitana de Curitiba apresentam os menores valores para o ID mínimo. Embora as mesorregiões Noroeste e Sudoeste apontem os menores valores com relação ao ID, estas também possuem participações elevadas no Valor Adicionado Agropecuário do estado, em torno de 10,78% e 8,73%, respectivamente. A menor degradação ambiental se deve ao fato de que a mesorregião Sudoeste é uma das menos urbanizadas do estado, tendo sua economia baseada sobretudo na agricultura familiar, onde estão inseridas práticas produtivas menos predatórias em relação à agricultura patronal (MELO; PARRÉ, 2007).

Para a mesorregião Metropolitana de Curitiba, conforme a metodologia utilizada, verificam-se menores valores do ID em função de menor participação do setor agropecuário. Isso pode ser justificado por se tratar notadamente de uma região com grande zona urbana, na qual a atividade econômica está relacionada ao setor industrial e de serviços (IPARDES, 2014). Apesar disso, essa região destaca-se pela heterogeneidade, onde existem municípios que se caracterizam pela elevada população rural, fortes restrições ao desenvolvimento agrícola e precariedade de serviços sociais, em contraposição aos municípios com condição socioeconômica favorável (MELO; PARRÉ, 2007).

A degradação ambiental da mesorregião Noroeste do Paraná, segundo Mendonça (1994), ocorre por meio de um processo de desertificação, mesmo que em estágio inicial, provocado pela formação geológica da área e por aspectos socioeconômicos relacionados à monocultura cafeeira. Ademais, verifica-se que a mesorregião Noroeste apresenta limitações do uso do solo, determinadas pela ocorrência do arenito Caiuá, o que inviabiliza a expansão mais acentuada de culturas anuais. Desta forma, a pecuária extensiva foi a opção para o declínio da cultura cafeeira.

Por fim, a mesorregião Norte Central destaca-se pelo plantio de soja e milho, além do avanço principalmente da fruticultura, tendo, portanto, base agropecuária e de agroindústria. Os fatores de degradação ambiental dessa região estão mais relacionados ao crescimento populacional, à falta da cobertura florestal, com o lançamento de esgoto doméstico, defensivos e adubos, lixo e dejetos industriais diretamente nos córregos dos rios (SILVA, 2001). Embora essa mesorregião apresente os menores IDs, é possível identificar a baixa qualidade da educação ambiental da população local.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O fenômeno da degradação ambiental é uma preocupação de âmbito mundial. Apesar de uma variedade de aspectos estar ligada a essa situação, no cenário brasileiro, há uma grande contribuição da agropecuária para o desdobramento desse problema. A partir disso, este trabalho propôs-se a criar um Índice de Degradação (ID) a fim de mensurar esse fenômeno no estado do Paraná.

Na construção do índice, a partir do qual foi possível construir o ID para o estado, este apresentou um valor médio de 67,76%. Esse valor, apesar de menor, se comparado a estudos anteriores em outras regiões, demonstra que mais da metade do território paranaense é degradada. Com relação aos municípios, verifica-se que muitos deles possuem 100% com relação ao ID, demonstrando o estado precário e preocupante dessas unidades territoriais, as quais devem ter grande atenção do poder público. Esses municípios e suas respectivas mesorregiões possuem ligação direta com a atividade agropecuária, fato que vem confirmar a participação dessa atividade no agravamento desse fenômeno. Além disso, questões como pobreza rural e limitações naturais podem agravar a situação da degradação do ambiente.

Contudo, práticas relacionadas à agricultura familiar, além de melhorias na educação ambiental, podem vir a reduzir estes índices. A agroecologia pode ser entendida como uma alternativa de desenvolvimento socioeconômico sustentável, uma vez que utiliza práticas técnicas de agricultura sustentável, com o intuito de evitar e diminuir os impactos ambientais. Dessa maneira, deve haver, por parte do poder público, uma maior atuação a fim de evitar o agravamento da degradação ambiental no Paraná, bem como uma conscientização sustentável da população perante o meio ambiente. Fica evidenciado, pelos resultados do estudo, que algumas regiões do estado precisam de medidas mais imediatas que outras.

Este estudo fica limitado a um corte específico de período, não podendo ser analisada uma evolução da dinâmica da degradação ambiental no decorrer do tempo. Além disso, o aspecto da degradação ambiental foi tratado isoladamente, sem evidenciar seu relacionamento com outros aspectos presentes no desenvolvimento de uma região. Assim, para trabalhos futuros, sugere-se estudar a degradação ambiental relativa a um período maior de tempo, além de relacionar este fenômeno com aspectos sociais, econômicos e culturais.

REFERÊNCIAS

- AQUINO, C. M. S. de; ALMEIDA, J. A. P. de; OLIVEIRA, J. G. B. de. Estudo da cobertura vegetal/uso da terra nos anos de 1987 e 2007 no núcleo de degradação/desertificação de São Raimundo Nonato – Piauí. **Revista Ra'e Ga: O Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba: UFPR, v.25, p.252-278, 2012.
- ARAUJO, M. L. M. N. de *et al.* Impactos ambientais nas margens do Rio Piancó causados pela agropecuária. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, Pombal, PB: GVAA, v.4, n.1, p.13-33, 2010.
- BALSAN, R. Impactos decorrentes da modernização da agricultura brasileira. Campo-Território: **Revista de Geografia Agrária**, Francisco Beltrão, PR: UNIOESTE, v.1, n.2, p.123-151, 2006.
- CUNHA, N. R. da S. *et al.* A Intensidade da exploração agropecuária como indicador da degradação ambiental na região dos cerrados, Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília: SOBER, v.46, n.2, p.291-323, 2008.
- DUARTE, L. C. B. A política ambiental internacional: uma introdução. **Revista Cena Internacional**, Brasília: Mundorama, v.6, n.1, p.4-12, 2004.
- FERNANDES, E. A.; CUNHA, N. R. da S.; SILVA, R. G. da. Degradação ambiental no estado de Minas Gerais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília: SOBER, v.43, n.1, p.179-198, 2005.
- GREENE, W. H. **Econometric analysis**. 6.ed. New Jersey: Prentice Hall, 2008.
- HAIR, J. F. *et al.* **Análise Multivariada de Dados**. 6.ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário de 2006**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/ca/default.asp?o=2&i=P>>. Acesso em: 24 out. 2013.
- IPARDES. **Base de dados do estado**. Disponível em: <<http://www.ipardes.pr.gov.br/>>. Acesso em: 25 jan. 2014.
- LEFF, E. **Agroecologia e saber ambiental. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre: EMATER, v.3, n.1, p.36-51, jan./mar. 2002.
- LEITE, S. P.; SILVA, C. R. da; HENRIQUES, L. C. Impactos ambientais ocasionados pela agropecuária no Complexo Aluizio Campos. **Revista Brasileira de Informações Científicas**, Campina Grande: IBEA, v.2, n.2, p.59-64, abr./jun. 2011.

- LEMOS, J. J. S. Níveis de degradação no nordeste brasileiro. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza: Banco do Nordeste, v.32, n.3, p.406-429, 2001.
- MELO, C. O. de.; PARRÉ, J. L. Índice de desenvolvimento rural dos municípios paranaenses: determinantes e hierarquização. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília: SOBER, v.45, n.2, p.329-365, 2007.
- MENDONÇA, F.A. A degradação ambiental no noroeste do estado do Paraná: um processo de desertificação ecológica em curso. **Instituto de Geociências**, Porto Alegre: UFRGS, v.21, n.1, p.31-39, 1994.
- MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada** – uma abordagem aplicada. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.
- PAIS, P. S. M.; SILVA, F. de F.; FERREIRA, D. M. Degradação ambiental no estado da Bahia: uma aplicação da análise multivariada. **Revista Geonordeste**, São Cristóvão, SE: UFS, v.23, n.1, p.1-21, 2012.
- PINTO, N. G. M.; CORONEL, D. A. A degradação ambiental no Brasil: uma análise das evidências empíricas. **Observatorio de La Economía Latinoamericana**, Málaga: Universidad de Málaga, n.188, p.1-8, 2013.
- RAMPAZZO, L. **Metodologia científica**: para alunos dos cursos de graduação e pós-graduação. São Paulo: Loyola, 2002.
- REED, D.; SHENG, F. Macroeconomic policies, poverty and the environment. In: WORLD WIDE FUND FOR NATURE. (WWF). **Macroeconomics for Sustainable Development Program Office**. Washington, 1997.
- SILVA, A. W. L. da; SELIG, P. M.; MORALES, A. B. T. Indicadores de sustentabilidade em processos de avaliação ambiental estratégica. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo: ANPPAS, v.15, n.3, p.75-96, 2012.
- SILVA, E. A. **Degradação ambiental em áreas de preservação**: Lago das Flores, Ivaiporã. 138f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.
- SILVA, R. G. da; RIBEIRO, C. G. Análise da degradação ambiental na Amazônia Ocidental: um estudo de caso dos municípios do Acre. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília: SOBER, v.42, n.1, p.91-110, 2004.
- SOUZA, L. R. de S. A modernização da agricultura brasileira, agricultura familiar, agroecologia e pluriatividade: diferentes óticas de entendimento e de construção do espaço rural brasileiro. **Cuadernos de Desarrollo Rural**, Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, v.8, n.67, p.231-249, 2011.
- STEEG, J. A. V. de et al. Environmental impact of the Brazilian agrarian reform process from 1985 to 2001. **Scientia Agricola Journal**, Piracicaba: USP, v.63, n.2, p.176-183, 2006.
- WEZEL, A. et al. Agroecology as a science, a movement and a practice: a review. **Agronomy for Sustainable Development**. France: EDP Sciences, n.29, p.503-515, 2009.