

RANQUEAMENTO DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NOS ESTADOS E REGIÕES BRASILEIRAS

Ranking of environmental degradation in regions and states of Brazil

Clasificación de la degradación ambiental en los estados y en las regiones de Brasil

**NELSON
GUILHERME
MACHADO PINTO**
Mestrando em
Administração
pela UFSM e
Bacharel em
Administração
pela UFSM

**DANIEL ARRUDA
CORONEL**
Professor da
UFSM e Doutor
em Economia
Aplicada pela
UFV

**BRUNO PEREIRA
CONTE**
Bacharel em
Administração
pela UFSM

Submetido em
14.10.2015.
Aprovado em
22.05.2016
Avaliado pelo
processo de
double blind
review.

RESUMO

O objetivo deste trabalho é o de mensurar a degradação ambiental nos estados e regiões brasileiras a fim de mapear esse fenômeno em todo o território nacional a partir da construção de um Índice de Degradação (ID). Os dados foram calculados para 137 mesorregiões brasileiras, sendo a partir delas calculados os IDs médios para os 26 estados e o Distrito Federal e para as cinco regiões que compõem o território brasileiro. O Índice de Degradação no país foi de aproximadamente 57%, valor que demonstra que mais da metade do território nacional é degradado. As regiões Norte e Centro-Oeste são as mais degradadas. Esses resultados corroboram a premissa de que regiões com maiores níveis de pobreza são mais degradadas, caso da Região Norte. Além disso, a outra hipótese, de que a degradação ambiental sofre influência direta das atividades agropecuárias, também se confirma, caso da região Centro-Oeste.

Palavras-chave: Degradação Ambiental; Índice de Degradação; Estados Brasileiros.

ABSTRACT

The aim of this study is to measure the environmental degradation in states and regions of Brazil in order to map this phenomenon in all country through the construction of a Degradation Index (ID). The data were calculated in 137 Brazilian mesoregions. Thus, it was calculated the ID average of 26 states, the Federal District and five Brazilian Regions. The Degradation Index in the country was approximately 57%, which shows that more than half of the country is degraded. Northeast and Midwest demonstrated to be the most degraded regions in the country. The results support the premise that regions with higher levels of poverty are more degraded, like the North Region. Moreover, another hypothesis is that environmental degradation arises from agricultural activities, which can be confirmed in the Midwest Region.

Keywords: Environmental Degradation; Degradation Index; Brazilian states; Poverty; Agricultural.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es medir la degradación del medio ambiente en los estados y regiones brasileñas para mapear este fenómeno en todo el país a partir de la construcción de un Índice de Degradación (ID). El promedio se calcularon ID para los 26 estados y el Distrito Federal y las cinco regiones que integran el territorio brasileño. El Índice de Degradación en el país fue de aproximadamente 57%, lo que muestra que más de la mitad del país está degradada. Las regiones Norte y Centro-Oeste son las más pobres del país. Estos resultados apoyan la premisa de que las regiones con mayores niveles de pobreza son más degradada si la Región Norte. Además, otra hipótesis que la degradación ambiental es bajo la influencia directa de las actividades agrícolas, también confirma si el Medio Oeste.

Palabras clave: Degradación Ambiental; Índice de Degradación; Estados Brasileños; Pobreza; Agropecuaria..

1 INTRODUÇÃO

O meio ambiente é, para o ser humano, uma verdadeira fonte de energia, de produtos e de outros aspectos que alavancaram e ainda proporcionam seu desenvolvimento. Entretanto, em decorrência das intervenções do homem na natureza e dos consequentes impactos gerados nessa situação, as questões ambientais passaram a assumir relevância nas discussões mundiais. A partir da exploração dos recursos da natureza pelos seres humanos, ocorrem casos em que estes dão valor apenas às suas aspirações. Nesses casos, o homem transforma o meio, diminuindo e tornando escassos seus recursos naturais. Essa situação teve sua intensidade acentuada a partir da Primeira Revolução Industrial (LIRA; CÂNDIDO, 2008; AQUINO; ALMEIDA; OLIVEIRA, 2012).

No caso das explorações ocorrerem a uma taxa maior do que a capacidade de regeneração do ambiente, este irá tornar-se escasso, sendo, portanto, de incumbência dos responsáveis pela dinâmica econômica conciliar a preservação ambiental com a capacidade produtiva das regiões sobre seu escopo (ROSSATO, 2006). Devido a essa dinâmica é que surgiram, no final da década de 1980, propostas com o objetivo de construir indicadores ambientais a fim de fornecer auxílio para a formação de políticas públicas e detalhamento da atividade realizada pela ação do homem no meio ambiente no qual está inserido (BRAGA *et al.*, 2004; LIRA; CÂNDIDO, 2008).

A degradação ambiental, diante desse cenário, surge como um importante tema dentro dos estudos de impactos ambientais. Esse fenômeno pode ser definido como destruição, deterioração ou desgaste gerado ao meio ambiente a partir de atividades econômicas, aspectos populacionais e biológicos (LEMOS, 2001). Fica claro, dessa forma, que a degradação ambiental está diretamente relacionada à interação humana com a natureza. Além disso, a agropecuária, por atender a demandas do mercado mundial, surge como uma das principais responsáveis por esse processo de degradação.

Nesse sentido, a atividade agropecuária proporciona alguns eventos ao meio ambiente que provocam a degradação ambiental como queimadas, poluição por dejetos e agrotóxicos, erosão e degradação dos solos, contaminação da água, desmatamento, desertificação e expansão da fronteira agrícola (LEITE; SILVA; HENRIQUES, 2011). Esse tipo de atividade causa na maioria dos casos impactos no meio onde atua, entretanto, uma conscientização dos produtores rurais bem como a utilização de meios e métodos por uma agricultura e pecuária mais sustentável são medidas que proporcionarão um efeito menos impactante sobre o meio natural (ARAUJO *et al.*, 2010).

No cenário nacional, esse impacto da agropecuária fica mais evidente, devido a importância que esta atividade produtiva possui no contexto econômico nacional, relegando ao segundo plano as questões ambientais (FERNANDES; CUNHA; SILVA, 2005). A importância da agropecuária passa, portanto, por algumas funções: grande número de empregados do setor, incremento de divisas via exportação por meio de seus produtos e fornecimento de alimento para a população.

Com relação ao desenvolvimento econômico de uma região, há uma relação biunívoca entre os graus de riqueza da população e a degradação ambiental (REED; SHENG, 1997; MOTTA, 1997). A ligação existente, principalmente entre pobreza e degradação, baseia-se na hipótese de que o meio ambiente é agredido pelos indivíduos de menor renda porque estes não possuem acesso a informação, tecnologia adequada e fontes de crédito. Por isso, o aspecto econômico ligado a essa situação específica demonstra que esses indivíduos depredam o ambiente natural de forma inconsciente, pois têm uma visão de

curto prazo e possuem baixa capacidade de assumir riscos, portanto, tomam tais atitudes a fim de manter sua sobrevivência (LEMOS, 2001; FINCO; WAQUIL; MATTOS, 2004). De maneira contrária, acredita-se que indivíduos com maiores níveis de renda tenham tendência a consumir mais produtos ecologicamente corretos (MOTTA, 1997).

A partir desse contexto, surgiram pesquisas científicas a fim de mensurar a degradação ambiental e procurar explicitar as suas principais causas (LEMOS, 2001; SILVA; RIBEIRO, 2004; FERNANDES; CUNHA; SILVA, 2005; CUNHA *et al.*, 2008, PAIS *et al.*, 2012). A mensuração desse fenômeno ocorreu através da construção de um Índice de Degradação (ID), o qual surgiu como uma aproximação (*proxy*) para determinar a área de degradação de uma determinada região (SILVA; RIBEIRO, 2004).

Seguindo essa temática, o objetivo geral do trabalho é mensurar a degradação ambiental dos estados e regiões brasileiras a fim de mapear esse fenômeno em todo o território nacional a partir da construção de um Índice de Degradação (ID). Sustentadas pelo referencial até aqui apresentado, surgem duas hipóteses de pesquisa: (H1) A degradação ambiental é mais evidente nas regiões brasileiras de maiores atividades agropecuárias; e (H2) As regiões do Brasil menos desenvolvidas economicamente apresentam-se mais degradadas.

A relevância que tem sido dada aos impactos ambientais fez com que o campo de pesquisa científica levasse muitos pesquisadores a quantificar, por meio do ID, os impactos das transformações do meio ambiente, procurando identificar as determinantes da degradação ambiental em diversas localidades. Entretanto, os estudos do Índice de Degradação mostram-se dispersos pelas diversas regiões brasileiras, não sendo possível verificar como esse fenômeno se manifesta em toda a unidade nacional de forma a serem comparadas.

O presente artigo está estruturado, além desta introdução, em quatro seções. Na segunda seção, é apresentado o referencial teórico. Na terceira, apresentam-se os procedimentos metodológicos aplicados e, na seção seguinte, os resultados, sua discussão e análise. Por fim, são apresentadas as principais conclusões do trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A tendência à degradação ambiental é a consequência de algumas práticas e atitudes tomadas pelos agentes econômicos e sociais dentro da dinâmica ambiental. Assim, esse fenômeno advém de fatores causadores, dentre os quais se podem destacar o uso intensivo da mecanização, de fertilizantes, de agrotóxicos, da irrigação, do desmatamento, das queimadas, do destino do lixo e da manipulação de genomas. Tais práticas, quando aplicadas de forma indevida, impactam a sustentabilidade ecológica, comprometendo a cobertura do solo e das bacias hidrográficas (CUNHA *et al.*, 2008). Os fatores que causam a degradação ambiental podem ser visualizados na Figura 1.

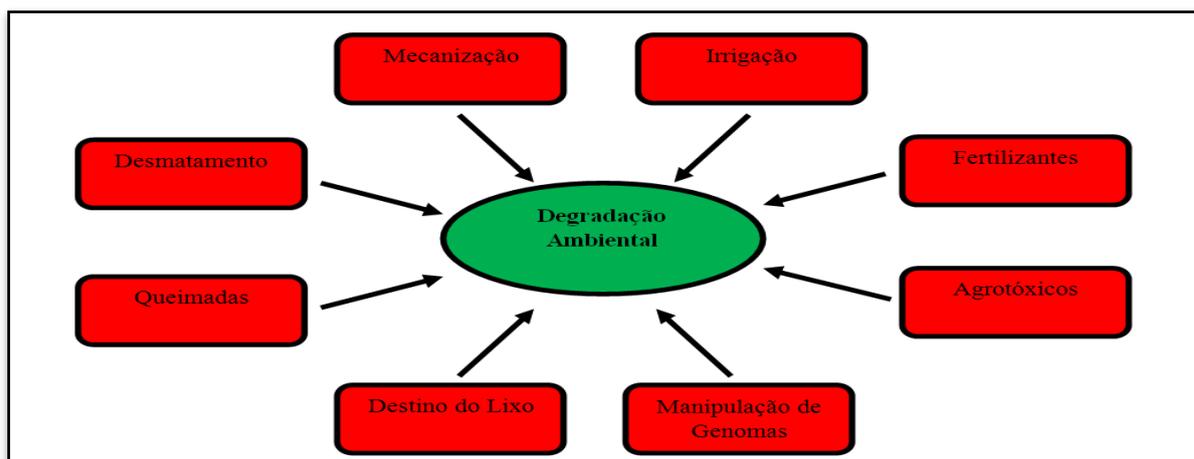


FIGURA 1 - FATORES DETERMINANTES DA DEGRADAÇÃO

Fonte: Pinto (2014).

A atividade agropecuária age sobre o meio ambiente de forma não sustentável com relação à sua produção e causa impactos ambientais tais como emissão de gases do efeito estufa via queimadas e desmatamentos, assoreamento dos rios, desertificação, eutrofização e salinização dos solos (RODRIGUES, 2005; ENGSTRÖM *et al.*, 2007; EL KHALILI, 2009). De acordo com Pais *et al.* (2012), a priorização na produtividade sem levar em consideração a responsabilidade socioambiental é a principal questão que causa a degradação ambiental a partir da modernização do campo. Outro aspecto destacado pelos autores é a degradação do meio ambiente a partir de descuidos com relação aos resíduos gerados nas atividades agropecuárias, podendo ser decorrentes do uso intensivo de recursos financeiros ou da falta de eficiência da produção. Ademais, o uso intensivo do solo degrada a matéria e a compacta por meio do uso de maquinário pesado (GLIESSMAN, 2005). Esse processo é acentuado pela modernização agrícola, que agrava as questões ambientais (BALSAN, 2006).

O modelo de desenvolvimento agropecuário adotado no Brasil teve, no seu início, de forma geral, pouca preocupação com o aspecto socioambiental. Consequentemente há certo despreparo na utilização dos equipamentos e insumos para uso na agricultura, estes últimos mais conhecidos nas figuras dos agrotóxicos. A inserção desta tecnologia representa um papel importante na melhoria da produtividade agropecuária, pois atinge os chamados organismos-alvo, isto é, as pragas. Entretanto, quando há uma ação inespecífica desses compostos, há um efeito colateral no ambiente, causando uma degradação ambiental bem como incidentes de contaminação humana e outros seres vivos (ALVES; OLIVEIRA-SILVA, 2003; RIGOTTO *et al.*, 2012).

Mesmo com todas as questões oriundas da degradação, há a possibilidade de desenvolver-se uma economia sustentável. A exploração do ser humano ao ambiente deve ocorrer, portanto, de forma planejada e devem ser tomadas medidas para aperfeiçoar os impactos positivos e minimizar os negativos ao meio. Através desse processo é que se obterão ganhos efetivos tanto para o espaço ambiental como para a dimensão socioeconômica da sociedade (ARAUJO *et al.*, 2010).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente trabalho fundamenta-se nos estudos anteriores presentes na literatura que utilizaram uma metodologia específica para a criação de um Índice de Degradação

Ambiental (ID). Esse índice surgiu como uma aproximação da degradação ambiental de uma região objeto de estudo (SILVA; RIBEIRO, 2004). A pesquisa, além de quantitativa, pode também ser considerada 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 (LEMOS, 2001; SILVA; RIBEIRO, 2004; FERNANDES; CUNHA; SILVA, 2005; CUNHA *et al.*, 2008, PAIS *et al.*, 2012), nota-se o caráter multidimensional da degradação ambiental, pois a magnitude desse problema requer a consideração de um conjunto de aspectos 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).

Esse método aborda a problemática de analisar as correlações entre um grupo expressivo de objetos de análise, definindo um conjunto de dimensões latentes comuns, denominadas fatores. A análise fatorial tem como principais objetivos o resumo e a redução dos dados, além de possibilitar a identificação de variáveis representativas de um grupo de objetos de análise para sua utilização em análises multivariadas posteriores (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 x m) de coeficientes fixos denominados cargas fatoriais, os quais descrevem o relacionamento linear de X_i e F_j ;

$F_j = (F_1, F_2, \dots, F_p)^t$ é um vetor transposto (m < p) de variáveis latentes que descrevem os elementos não observáveis da amostra; e

$\varepsilon_i = (\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_p)^t$ é um vetor transposto dos erros aleatórios, correspondentes aos erros de medição e a variação de X_i que não é explicada pelos fatores comuns F_j .

Como as variáveis apresentam-se em valores diferentes, surge a necessidade de sua padronização. A realização desse procedimento consta nos problemas que os dados em diferentes formas ou transformados incorretamente podem proporcionar nas pesquisas (GREENE, 2008). Assim, é desejável tornar os objetos de estudo comparáveis, diminuindo os efeitos de escalas diferentes (BASSAB; MIAZAKI; ANDRADE, 1990). 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

A partir da padronização das variáveis aleatórias observáveis X_i , esta pode ser substituída pelo vetor de variáveis padronizada Z_i , com a finalidade de resolver o problema de diferenças de unidade de escala como demonstrado na Equação 2 (MINGOTI, 2005). Assim, a Equação 1 pode ser reescrita conforme a equação abaixo:

$$Z_i = a_{ij}F_j + \varepsilon_i \quad (3)$$

Para a construção do ID, é preciso estimar os escores associados a cada fator após a rotação ortogonal. No presente estudo, foi aplicado o recurso da transformação ortogonal dos fatores originais pelo método Varimax, o qual demonstra uma estrutura mais simples de ser interpretada por maximizar em um único fator as correlações de cada variável (HAIR *et al.*, 2009). Por fim, com o objetivo de verificar se a análise fatorial utilizada ajusta-se aos dados do modelo, utilizam-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, isto é, 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, ou seja, de igualdade das matrizes. O outro teste, o de KMO, verifica a adequação dos dados a partir da criação de um índice que varia de 0 a 1 e que 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 (PESTENA; GAGEIRO, 2005; MINGOTI, 2005; HAIR *et al.*, 2009).

Posteriormente a essa análise é que o ID pode ser construído. A estimação desse índice é dividida em duas etapas. A primeira consiste em, a partir da análise multivariada, construir o chamado Índice Parcial de Degradação (IPD). Após a realização da análise fatorial, foram obtidos os fatores, que explicam os escores fatoriais e a proporção de variância, sendo que o cálculo do índice de degradação parcial pode ser dado por (LEMOS, 2001):

$$IPD_k = (\sum_{j=1}^p F_{ij}^2)^{1/2} \quad (4)$$

em que:

IPD_k é o índice de degradação ambiental parcial da k -ésima mesorregião;

$\sum_{j=1}^p F_{jk}^2$ é o somatório dos quadrados do j -ésimo escore fatorial da k -ésima mesorregião;

Espera-se que os escores fatoriais relativos a cada mesorregião possuam distribuição simétrica em torno da média zero. Desse modo, metade das mesorregiões irá apresentar valores com sinais positivos e a outra irá apresentar sinal negativo, sendo que estes indicarão as regiões consideradas mais degradadas. Com a finalidade de evitar que elevados escores fatoriais negativos aumentem a magnitude dos índices associados a estas mesorregiões, deve-se proceder a uma transformação dos escores fatoriais a fim de trazer todos eles para o primeiro quadrante (LEMOS, 2001). Este procedimento deve ser realizado antes da estimação do IPD e é expresso algebricamente por:

$$F_{jk} = \frac{(F_{jk} - F_j^{min})}{(F_j^{max} - F_j^{min})} \quad (5)$$

onde:

F_{jk} são os escores fatoriais;

F_j^{max} é o valor máximo observado para o j -ésimo escore fatorial associado a k -ésima mesorregião; e

F_j^{min} é o valor mínimo observado para o j -ésimo escore fatorial associado a k -ésima mesorregião;

A etapa seguinte consiste na construção do Índice de Degradação Ambiental (ID) que é realizada pela estimação do IPD dos pesos atribuídos a cada fator, por meio da análise de regressão com o IPD como variável dependente e os indicadores utilizados na construção do ID. É válido destacar que o IPD possui utilização para fazer um ranking das mesorregiões quanto ao nível de degradação. Ele não serve para estimação do percentual de degradação das mesorregiões, o qual é determinado pelo ID (LEMOS, 2001). Esse procedimento pode ser definido por:

$$ID_k = \sum_j^p \beta_j X_i ; e \sum \beta_j = 1 : j = \text{número de fatores encontrados} \quad (6)$$

onde:

ID_k é o índice de degradação ambiental para da k -ésima mesorregião;

β_j é o peso atribuído a cada escore fatorial, a partir do valor do parâmetro encontrado na análise de regressão; e

X_i são os indicadores de degradação ambiental.

Os indicadores para a construção do ID consideraram originalmente quatro aspectos: um biológico, dois econômicos e um demográfico (LEMOS, 2001). O presente trabalho levanta mais um indicador abordando o aspecto tecnológico das áreas degradadas a serem estudadas.

O indicador biológico associa-se à cobertura vegetal das regiões estudadas. O primeiro indicador econômico abrange a produtividade das lavouras enquanto o segundo, a dos animais. O indicador demográfico relaciona-se à capacidade das áreas com lavouras e pastagens serem capazes de suportar o maior contingente de trabalhadores nas atividades agropecuárias (LEMOS, 2001). Por fim, o aspecto tecnológico aborda os gastos com tecnologias mecânicas e agrícolas utilizadas nas regiões estudadas.

Os dados foram calculados para 137 mesorregiões brasileiras, conforme divisão realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), sendo a partir delas calculados os ID médios para os 26 estados e Distrito Federal e para as cinco grandes regiões que compõem o território brasileiro. Convém destacar que a construção de um ID deveria envolver um conhecimento inerente de quais seriam os níveis ideais para a construção deste índice. Como essa tarefa é extremamente difícil e poderia sofrer por ações subjetivas de quem fosse tomar essa decisão, adotou-se o critério de hierarquização, tomando-se como base 10% das mesorregiões com melhores posicionamentos, em cada um dos indicadores,

conforme procedimento realizado pelo trabalho de Lemos (2001). Portanto, foram consideradas 14 mesorregiões, que serviram como base para a estimação aritmética de cada indicador, sendo seus valores tomados como referência de preservação, ou seja, quanto mais distante estiver o valor encontrado de uma região em relação à média estimada de um indicador, maior será a degradação ambiental dessa região em relação ao indicador estudado (LEMOS, 2001).

A partir disso, os indicadores estudados são definidos como:

- $COBV_k$ = cobertura vegetal da mesorregião, que representa o somatório das áreas com matas e florestas nativas e cultivadas, mais as áreas com lavouras perenes e temporárias dividida pela área total da k-ésima mesorregião;
- $COBV_{REF}$ = média da cobertura vegetal das 14 mesorregiões melhores posicionados em relação a este indicador;
- $VAVE_k$ = valor da produção vegetal da k-ésima mesorregião brasileira dividida pela soma das áreas com lavouras perenes e temporárias;
- $VAVE_{REF}$ = média deste indicador nas 14 mesorregiões mais bem posicionadas em relação a este indicador;
- $VANI_k$ = valor da produção animal da k-ésima mesorregião brasileira dividida pela área total com pastagem natural e cultivada;
- $VANI_{REF}$ = média deste indicador nas 14 mesorregiões mais bem posicionadas em relação a este indicador;
- $MORU_k$ = total da mão de obra empregada no meio rural da mesorregião k-ésima dividida pelo somatório das áreas com lavouras e pastagens;
- $MORU_{REF}$ = média deste indicador nas 14 mesorregiões mais bem posicionadas em relação a este indicador;
- $DETE_k$ = valor das despesas com tecnologias mecânicas e agrícolas, que representa o somatório das despesas com adubos, agrotóxicos, corretivos de solo, energia elétrica e combustíveis dividida pelas despesas totais rurais da k-ésima mesorregião;
- $DETE_{REF}$ = média deste indicador nas 14 mesorregiões melhores posicionados em relação a este indicador;

Os dados foram coletados no Censo Agropecuário de 2006, base de dados agropecuários mais atualizados no que concerne ao alcance de dados nacionais e, com base nos indicadores citados, a estruturação destes para a composição da construção do IPD e do ID, podem ser definidos da seguinte forma, conforme proposto por Lemos (2001):

- $DECOBV (X_{i1}) = 0$, quando $COBV_k \geq COBV_{REF}$;
- $DECOBV (X_{i1}) = [1 - (COBV_k / COBV_{REF})] * 100$, nos demais casos;
- $DEVAVE (X_{i2}) = 0$, quando $VAVE_k \geq VAVE_{REF}$;
- $DEVAVE (X_{i2}) = [1 - (VAVE_k / VAVE_{REF})] * 100$, nos demais casos;
- $DEVANI (X_{i3}) = 0$, quando $VANI_k \geq VANI_{REF}$;
- $DEVANI (X_{i3}) = [1 - (VANI_k / VANI_{REF})] * 100$, nos demais casos;
- $DEMORU (X_{i4}) = 0$, quando $MORU_k \geq MORU_{REF}$;
- $DEMORU (X_{i4}) = [1 - (MORU_k / MORU_{REF})] * 100$, nos demais casos.
- $DEDETE (X_{i5}) = 0$, quando $DETE_k \geq DETE_{REF}$;
- $DEDETE (X_{i5}) = [1 - (DETE_k / DETE_{REF})] * 100$, nos demais casos.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Com o objetivo de verificar se as variáveis estudadas são apropriadas para a análise fatorial, foi realizado o teste de Bartlett, que apresentou valor de significância de 0,000 e, portanto, rejeitando a hipótese nula de igualdade de matrizes e demonstrando a adequação desse tipo de análise (MINGOTI, 2005). Outro teste realizado a fim de verificar a adequação da análise fatorial foi o teste de KMO, o qual obteve um valor de 0,568 e, dessa maneira, por ser maior que o valor de 0,5, indica que é viável a utilização da análise fatorial (HAIR *et al.*, 2009).

Por meio da utilização do método de componentes principais e do método de rotação ortogonal Varimax pela análise fatorial, verifica-se que as seis variáveis estudadas foram agrupadas em dois fatores que são capazes de explicar 75,63% da variância total dos dados.

Tabela 1 – Autovalores da matriz e variância explicada das correlações para as mesorregiões brasileiras

Fator	Autovalor	Variância explicada pelo fator (%)	Variância acumulada (%)
1	2,59	41,90	41,90
2	1,18	33,73	75,63

Fonte: Elaboração dos autores.

A partir da definição do número de fatores, as cargas fatoriais e as comunalidades associadas a cada um deles, podem ser analisadas conforme Tabela 2.

Tabela 2 – Cargas fatoriais após rotação ortogonal e comunalidades

Variáveis	Cargas Fatoriais		Comunalidades
	F1	F2	
COBV	0,736	0,011	0,473
VAVE	0,731	0,168	0,654
VANI	-0,567	0,225	0,563
MORU	0,286	0,757	0,542
DETE	-0,340	0,731	0,650

Fonte: Elaboração dos autores.

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

Após o desdobramento da análise fatorial, para a construção do ID, realizou-se uma análise de regressão múltipla com o IPD como variável dependente e as demais variáveis como independentes. Os valores das elasticidades de cada variável para a construção do ID apresentam-se na Tabela 3:

Tabela 3 – Elasticidades associadas ao IPD para construção do ID

Fator	Elasticidades
COBV	0,1148
VAVE	0,5841
VANI	0,3413
MORU	0,2502
DETE	0,2443

Fonte: Elaboração dos autores.

A partir desses valores é que há a possibilidade de verificar o Índice de Degradação Ambiental das mesorregiões brasileiras e seus respectivos estados e regiões. Para a realidade brasileira, a partir da média das mesorregiões, o Índice de Degradação no país foi de aproximadamente 57%. O valor é justificado pela representatividade da agropecuária no país e demonstra que mais da metade do território nacional possui degradação ambiental, devendo ser função do poder público conscientizar os produtores rurais bem como promoverem técnicas mais sustentáveis no tratamento do meio ambiente (ARAUJO *et al.*, 2010).

No que tange às mesorregiões com maiores e menores ID, essa situação pode ser visualizada na Tabela 4:

Tabela 4 – Maiores e menores ID médio das mesorregiões brasileiras e seus respectivos estados

Maior ID	Estado	ID (%)	Menor ID	Estado	ID (%)
Norte do Amapá	AP	100,00	Metropolitana do RJ	RJ	24,08
P. Sul Mato-grossense	MS	100,00	Norte Cearense	CE	21,04
Madeira-Guaporé	RO	94,21	Centro Oriental RS	RS	17,73
Sul de Roraima	RR	92,05	Sul Catarinense	SC	17,12
Noroeste Goiano	GO	91,56	Nordeste Rio-grandense	RS	11,11
Norte Goiano	GO	90,82	Metropolitana de Recife	PE	9,70
Vale do Mucuri	MG	88,47	Vale do Itajaí	SC	8,50
Sul Amazonense	AM	86,73	São Francisco Pernambuco	PE	7,10
Norte de Roraima	RR	84,07	Metropolitana de São Paulo	SP	3,98
Ocidental do Tocantins	TO	83,92	Grande Florianópolis	SC	0,00

Fonte: Elaboração dos autores.

A partir da análise da Tabela 4, verifica-se a existência de duas mesorregiões com 100% de degradação ambiental, em relação às demais regiões. A região Norte do Amapá pode ter suas causas ligadas principalmente a questões de desenvolvimento, corroborando com a hipótese de que a degradação ambiental é alavancada por menores níveis de desenvolvimento. Tal relação também pode ser confirmada ao verificar que algumas das mesorregiões com menor ID são as mais desenvolvidas do Brasil nos aspectos socioeconômicos. A outra mesorregião com ID de 100%, a dos Pantanais Sul Mato-grossense, juntamente com outras regiões de maiores ID, confirmam a premissa de que a atividade agropecuária, predominante nessas regiões, tem impacto sobre a degradação ambiental (CUNHA *et al.*, 2008).

Analisando o ranking médio do Índice de Degradação dos 26 estados brasileiros mais o Distrito Federal, conforme Tabela 5, verifica-se a seguinte colocação de cada região:

Tabela 5 – Ranking do ID médio nos estados brasileiros

Estado	Colocação	ID Médio
Roraima	1º	88,06%
Rondônia	2º	88,05%
Amapá	3º	84,59%
Mato Grosso do Sul	4º	80,19%
Goiás	5º	80,14%
Tocantins	6º	78,40%
Amazonas	7º	75,97%
Maranhão	8º	72,46%
Piauí	9º	72,35%
Acre	10º	70,78%

Bahia	11º	69,62%
Mato Grosso	12º	68,20%
Pará	13º	67,13%
Rio Grande do Norte	14º	59,81%
Minas Gerais	15º	55,73%
Paraná	16º	55,48%
Rio de Janeiro	17º	55,19%
Paraíba	18º	54,64%
Espírito Santo	19º	53,23%
Sergipe	20º	50,13%
Distrito Federal	21º	44,65%
São Paulo	22º	43,92%
Ceará	23º	43,57%
Rio Grande do Sul	24º	42,31%
Alagoas	25º	39,76%
Pernambuco	26º	32,46%
Santa Catarina	27º	19,79%

Fonte: Elaboração dos autores.

A Tabela 5 apresenta as grandes diferenças existentes nos ID dos estados brasileiros, demonstrando a heterogeneidade da degradação ambiental no cenário nacional. Isso porque, do estado mais degradado para o menos degradado, há uma diferença de quase 70% com relação ao índice criado.

Analisando os estados entre as dez primeiras colocações quanto à degradação ambiental, verifica-se a concentração desses estados em três regiões brasileiras: Norte, Nordeste e Centro-Oeste. Além disso, todos os estados ocupantes das dez primeiras colocações possuem índices maiores que 70%. Limitando a análise àqueles estados em situações mais críticas, isto é, com ID acima de 80%, verificam-se cinco estados nessa situação, sendo que as três primeiras colocações são de estados da Região Norte, isto é, Roraima, Rondônia e Amapá, seguido pelos estados Mato Grosso do Sul e Goiás, ambos da Região Centro-Oeste. Esses resultados confirmam a premissa de que regiões com maiores níveis de pobreza são mais degradadas, caso predominante principalmente nos três estados mais degradados da Região Norte do Brasil (LEMOS, 2001; FINCO; WAQUIL; MATTOS, 2004). Além disso, a outra hipótese de que a degradação ambiental tem influência direta das atividades agropecuárias também fica explícita ao se analisarem os outros dois estados que compõem a quarta e quinta colocações do ranking, pois são estados da parte Centro-Oeste do país, região com economia predominantemente ligada ao campo, com atividades agrícolas, pecuárias e extrativistas e que, portanto, contribuem para o agravamento da degradação ambiental nessas regiões (FERNANDES; CUNHA; SILVA, 2005; CUNHA *et al.*, 2008; LEITE; SILVA; HENRIQUES, 2011).

Esses resultados ficam mais evidentes quando são analisadas as médias da degradação ambiental nas cinco grandes regiões brasileiras, conforme Tabela 6.

Tabela 6 – Ranking do ID médio nas regiões brasileiros

Estado	Colocação	ID Médio
Norte	1º	76,32%
Centro-Oeste	2º	73,81%
Nordeste	3º	55,57%
Sudeste	4º	50,58%
Sul	5º	42,16%

Fonte: Elaboração dos autores.

A Tabela 6 demonstra a predominância das Regiões Norte e Centro-Oeste na degradação ambiental do território brasileiro, conforme já havia sido explicitado pela análise dos estados que compõem essas regiões. Verifica-se que a Região Nordeste ocupa uma situação intermediária nos níveis de degradação. Essa região obteve estados com Índices de Degradação elevados e reduzidos. Os estados com ID reduzidos são a parte mais desenvolvida dessa região, enquanto que as com o ID elevado constituem-se em regiões menos desenvolvidas, além de impactadas em uma maior magnitude pelos aspectos climáticos nordestinos que contribuem para o fenômeno da degradação e desertificação (LEMOS, 2001).

As Regiões Sudeste e Sul, por serem as mais desenvolvidas do Brasil, apresentam os menores ID e confirmam a premissa que relaciona degradação com riqueza, pois regiões mais desenvolvidas possuem uma maior preocupação com o aspecto ambiental (MOTTA, 1997). Para o caso principalmente da Região Sul, no qual há estados como, por exemplo, o Rio Grande do Sul, com grande vocação agropecuária, verifica-se que a questão do desenvolvimento socioeconômico regional supera a participação e os impactos ambientais causados pelas atividades ligadas ao agronegócio (ROSSATO, 2006).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A degradação ambiental é um problema de interesse de muitos governos pelos impactos econômicos e sociais que esse fenômeno vem provocando na sociedade. No cenário brasileiro, existe uma literatura incipiente sobre o tema que, entretanto, não é capaz de caracterizar esse fenômeno em todo o território nacional, estudando apenas algumas de suas localidades. Dessa forma, esse trabalho teve a proposta de analisar a degradação ambiental a partir de um índice para toda a realidade brasileira.

Na construção do ID, verificou-se que algumas regiões possuem um padrão de degradação muito elevado, chegando, em dois casos, ao valor de 100%. Com relação à média nacional, o valor de 57% é preocupante e demonstra que mais da metade do território brasileiro encontrou-se degradado para a década de 2000. Para converter essa situação, deve haver maior atuação do poder público e da iniciativa privada por meio de certificações ambientais bem como uma maior conscientização dos produtores rurais.

Referente aos estados brasileiros e suas respectivas regiões, observa-se que o Norte e o Centro-Oeste do Brasil encontram-se em situação mais crítica para a degradação ambiental em relação ao resto do país. Na primeira região, a primeira hipótese do estudo é a justificativa para os maiores níveis de degradação, isto é, que regiões menos desenvolvidas são mais degradadas. Já na Região Centro-Oeste, a segunda hipótese do estudo é corroborada, pois a região que tem na agropecuária a base de sua economia apresentou altos níveis de degradação ambiental.

O estudo ficou limitado a um corte específico do tempo, não podendo ser analisada a dinâmica da degradação no decorrer do tempo. Ademais, não foram evidenciados outros aspectos de desenvolvimento de uma região além da degradação ambiental, e a mensuração desse fenômeno ficou limitada à captação de informações por meio do índice estudado. Portanto, para trabalhos futuros, há a possibilidade de estudar a degradação ambiental em um período de tempo maior a fim de verificar algum padrão nesse fenômeno bem como relacioná-lo a outros aspectos de desenvolvimento como, por exemplo, os econômicos e sociais, além da utilização de procedimentos metodológicos mais robustos para a construção de um índice, a fim de mensurar os impactos da degradação ambiental.

REFERÊNCIAS

- ALVES, S. R.; OLIVEIRA-SILVA, J. J. da. Avaliação de Ambientes contaminados por agrotóxicos. In: Frederico Peres; Josino Costa Moreira. (Org.). **É veneno ou é remédio?** Agrotóxicos, Saúde e Ambiente. 1ed. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2003, p. 137-156.
- AQUINO, C. M. S. de; ALMEIDA, J. A. P. de; OLIVEIRA, J. G. B. de. Estudo da Cobertura Vegetal/Usos 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, v. 25, p. 252-278, 2012.
- ARAUJO, M. L. M. N. de; REINALDO, L. R. L. R.; SOUSA, J. da S.; ALMEIDA, P. G. de; ALVES, L. de S.; WANDERLEY, J. A. C. Impactos Ambientais nas Margens do Rio Piancó Causados pela Agropecuária. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, Pombal, 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, v. 1, n. 2, p. 123-151, 2006.
- BASSAB, W. de O.; MIAZAKI, E. S.; ANDRADE, D. F. de. **Introdução à Análise de Agrupamentos**. São Paulo: Associação Brasileira de Estatística (ABE), 1990.
- BESSA JUNIOR, O.; MÜLLER, A. C. de P. Indicadores Ambientais Georreferenciados para a Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, Curitiba, n. 99, p. 105-119, 2000.
- BRAGA, T. M.; FREITAS, A. P. G. de; DUARTE, G. de S.; CAREPA-SOUZA, J. Índices de sustentabilidade municipal: o desafio de mensurar. **Nova Economia**, Belo Horizonte, v. 14, n. 3, p. 11-33, 2004.
- CARVALHO, S.P.; ALBUQUERQUE, H.N. Avaliação dos impactos ambientais no horto do Complexo Aluizio Campos. **Revista Brasileira de Informações Científicas**, Campina Grande, v. 2, n. 2, p. 1-16. 2011.
- CUNHA, N. R. da S.; LIMA, J. E. de; GOMES, M. F. de M.; BRAGA, M. J. A Intensidade da Exploração Agropecuária como Indicador da Degradação Ambiental na Região dos Cerrados, Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, SP, v. 46, n. 2, p. 291-323, 2008.
- EL KHALILI, A. **Commodities ambientais em missão de paz** – novo modelo econômico para a América Latina e o Caribe. São Paulo, SP: Nova Consciência, p. 271, 2009.
- ENGSTRÖM, R. et. al. Environmental assessment of Swedish agriculture. **Ecological Economics**, v. 60, n. 00, p. 550-563, 2007.
- 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**, Rio de Janeiro, v. 43, n. 1, p. 179-198, 2005.

FINCO, M. V. A.; WAQUIL, P. D.; MATTOS, E. J. de. Evidências da relação entre pobreza e degradação ambiental no espaço rural do Rio Grande do Sul. **Ensaios FEE**, Porto Alegre, v. 25, p. 249-275, 2004.

FOLHES, M. T. **Um Índice de Bem-estar Econômico Sustentável para o Ceará**. Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2000.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 3ª ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2005.

GREENE, W. H. **Econometric analysis**. 6 ed. New Jersey: Prentice Hall, 2008.

HAIR, J. F. JR.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; **Análise Multivariada de Dados**. 6ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário de 2006**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/ca/default.asp?o=2&i=P>>. Acesso em: 30 de jul., 2013.

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, v. 2, n. 2, p. 59-64, 2011.

LEMOS, J.J.S. Desertification of Drylands in Northeast of Brazil, Riverside, Califórnia: **Economic Department University of California**, 1995.

LEMOS, J.J.S. Níveis de Degradação no Nordeste Brasileiro. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v.32, n. 3, p. 406-429, 2001.

LIRA, W. S.; CÂNDIDO, G. A. Análise dos Modelos de Indicadores no Contexto do Desenvolvimento Sustentável. **Perspectivas Contemporâneas**, Campo Mourão, v. 3, n. 1, p. 31-45, 2008.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de Estatística Multivariada – uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

MOTTA, R. S. da. Desafios Ambientais da Economia Brasileira. **Texto para Discussão Nº 509**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 1997.

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, a. XXIII, n.1, p. 1-21, 2012.

PESTANA, M. H.; GAGEIRO, J. N. **Análise de dados para ciências sociais**. Lisboa: Sílabo, 2005.

PINTO, N.G.M. **A Degradação Ambiental nos Municípios do Rio Grande do Sul e a Relação com os Fatores de Desenvolvimento Rural**. 2014. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS.

RAMPAZZO, L. **Metodologia científica: para alunos dos cursos de graduação e pós-graduação**. São Paulo: Loyola, 2002.

RANIERI, S. B. L.; SPAROVEK, G.; SOUZA, M. P.; DOURADO NETO, D. Aplicação de Índice Comparativo na Avaliação do Risco de Degradação das Terras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, p. 751-760, 1998.

REED, D.; SHENG, F. **Macroeconomic Policies, Poverty and the Environment. Macroeconomics for Sustainable Development Programme Office – World Wide Fund for Nature (WWF)**, Washington, 1997.

RIGOTTO, R. M.; CARNEIRO, F. F.; MARINHO, A. M. C. P.; ROCHA, M. M.; FERREIRA, M. J. M.; PESSOA, V. M.; TEIXEIRA, A. C. de A.; SILVA, M, de L. V. da; BRAGA, L. de Q. V.; TEIXEIRA, M. M. O verde da economia no campo: desafios à pesquisa e às políticas públicas para a promoção da saúde no avanço da modernização agrícola. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 6, p. 1533-1542, 2012.

RODRIGUES, W. Valoração Econômica dos Impactos Ambientais de Tecnologias de Plantio em Região de Cerrados. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Rio de Janeiro, v. 43, n. 01, p. 135-153, 2005.

ROSSATO, M. V. **Qualidade ambiental e qualidade de vida nos municípios do Estado do Rio Grande do Sul**. Tese de Doutorado em Economia Aplicada. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2006.

RUFINO, C. R. **Avaliação da qualidade ambiental do município de Tubarão (SC) através do uso de indicadores ambientais**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2002.

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, v. XV, n. 3, p. 75-96, 2012.

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**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 1, p. 91-110, 2004.

STEEG, J. A. V. de; SPAROVEK, G.; RANIEN, S. B. L.; MAULE, R. F.; COOPER, M.; DOURADO NETO, D.; ALVES, M. C. Environmental Impacto f the Brazilian Agrarian Reform Process from 1985 to 2001. **Scientia Agricola Journal**, Piracicaba, v. 63, n. 2, p. 176-183, 2006.

VIANA, D. de L.; ROCHA, D. R. W.; CORDEIRO, M. F. R.; SILVA, J. F. da. Avaliação dos Impactos Ocasionalmente na Biodiversidade pela Atividade de Pedreira no Complexo Aluizio Campos. **Revista Brasileira de Informações Científicas**, Campina Grande, v. 2, n. 2, p. 45-58, 2011.