

Qualidade ambiental e o índice de desenvolvimento humano para os municípios e regiões do Estado de Minas Gerais¹

Environmental quality and the human development index for the Minas Gerais municipalities and regions

Rafael Faria de Abreu Campos*

João Eustáquio de Lima**

Peter Felipe dos Santos***

Denis Antônio da Cunha****

Resumo: Os termos “qualidade ambiental” e “qualidade de vida”, apesar de guardarem algo em comum, não podem ser considerados sinônimos. Sendo assim, é crucial que a análise econômica e social aplicada considere, para além das já tradicionais, variáveis que captem o nível de qualidade ambiental. Um consenso aponta as emissões antrópicas de poluentes como um dos principais motores para problemas ambientais atuais. Os objetivos deste trabalho foram elaborar um IDH para os municípios de Minas Gerais que considerasse a qualidade ambiental como uma de suas dimensões e verificar a posição de cada uma das regiões do estado. Realizou-se uma Análise de Componentes Principais sobre o IDH-M Renda, IDH-M Longevidade, IDH-M Educação e IDH-M Ambiental, sendo que este último foi criado neste estudo. Dentre os resultados deste trabalho está o fato de que o IDH expandido evidencia que a dimensão ambiental dos municípios mineiros reduz significativamente o nível de desenvolvimento humano. Porém não se vê mudança substancial nas posições das regiões de planejamento do estado.

¹ O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Os autores também agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (Processo 306647/2015-0).

* Doutorando vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Economia do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Universidade Federal de Minas Gerais (Cedeplar/UFMG).

** Professor Titular vinculado ao Departamento de Economia Rural da Universidade Federal de Viçosa (DER/UFV).

*** Doutorando vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada do Departamento de Economia Rural da Universidade Federal de Viçosa (DER/UFV).

**** Professor Adjunto vinculado ao Departamento de Economia Rural da Universidade Federal de Viçosa (DER/UFV).

Palavras-chave: qualidade ambiental, Análise de Componentes Principais, Índice de Desenvolvimento Humano.

Abstract: Although the terms ‘environmental quality’ and ‘quality of life’ keep something in common, they must not be considered synonyms. Therefore, it is crucial that the applied economic and the social analysis consider variables that capture the environmental quality level in addition to the traditional ones. A consensus points anthropogenic pollutants emissions as a major driver for current environmental problems. The objectives of this study are to develop an HDI for the Minas Gerais municipalities considering environmental quality as one of its dimensions and checking each region rank position. A Principal Component Analysis on the HDI-M Income, the HDI-M Longevity, the HDI-M Education, and the HDI-M Environmental was conducted; with the latter being established in this study. The HDI Expanded shows that studied municipalities’ environmental dimension reduces the human development level significantly. It cannot be seen a substantial change in the regions position though.

Keywords: environmental quality, Principal Component Analysis, Human Development Index.

JEL Code: Q50; R11.

1. Introdução

Os conceitos de qualidade ambiental e de qualidade de vida são de difícil definição. Porém fato é que, apesar de estarem relacionados, versam sobre conteúdos substancialmente diferentes. Segundo Mazetto (2000), a qualidade ambiental diz respeito às condições e aos requisitos básicos de um ecossistema, sejam eles biológicos, físicos, químicos, econômicos, políticos, sociais ou tecnológicos. Quanto à qualidade de vida, define-se como sendo a percepção do indivíduo quanto à sua posição de vida no contexto da cultura e do sistema de valores nos quais ele vive; dos seus objetivos, expectativas, padrões e preocupações (*The WHOQOL Group* 1995). Tal conceito, por complexidade e dificuldade de consenso, é bastante amplo, inter-relacionando, assim, o meio ambiente com aspectos físicos, psicológicos, de nível de independência, das relações sociais e das crenças pessoais. Fica clara, então, a interação entre qualidade de vida e qualidade ambiental, uma vez que vida e meio ambiente são inseparáveis.

Dada a íntima relação exposta acima e todo o contexto do século XXI com sua crescente degradação ambiental e preocupação com o meio ambiente, urge inserir variáveis que captem a qualidade do meio ambiente (ou a falta dela) em toda e qualquer análise econômica e social aplicada, as quais já consideram, em sua grande maioria, variáveis que captem fatores relacionados à renda, à educação e à saúde da população. Apesar da complexidade de eleger e criar variáveis que possam retratar de forma efetiva a degradação ambiental, existe um consenso que aponta as emissões antrópicas de poluentes como um dos principais motores para os problemas ambientais na atualidade (Costa *et al.* 2011). Por isso, uma série de países já busca alternativas viáveis para reduzir as emissões de gases causadores de efeito estufa (Costa *et al.* 2011).

O Relatório sobre o Desenvolvimento Humano no Brasil, elaborado pelo Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas (IPEA), como a maioria dos trabalhos que necessitam de uma mensuração do desenvolvimento nacional, é feito tendo por base o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). Esse índice é elaborado pela Organização das Nações Unidas (ONU) e é uma medida resumida do progresso em longo prazo de três dimensões básicas do desenvolvimento humano: renda, educação e saúde. Quando de sua criação, o IDH tinha por objetivo o oferecimento de um contraponto a outro indicador muito utilizado, o Produto Interno Bruto (PIB) per capita, que considera apenas parte da dimensão econômica do desenvolvimento. E, até os dias atuais, cumpre esse objetivo sendo uma medida apenas da produção econômica. Porém como reconhecido por seus próprios criadores – Mahbub ul Haq com a colaboração do economista indiano Amartya Sen –, o IDH, apesar de ampliar a perspectiva sobre o desenvolvimento humano, não abrange todos os aspectos de desenvolvimento e não é uma representação da “felicidade” das pessoas, nem indica “o melhor lugar no mundo para se viver” (PNUD 2015). Também o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) reconhece isso e ainda apresenta que democracia, participação, equidade e sustentabilidade são outros dos muitos aspectos do desenvolvimento humano que não são contemplados no IDH (PNUD 2015). Que se faça, então, como recomendaram, e se acrescente novas dimensões do desenvolvimento humano aos índices já existentes, criando, assim, outros mais completos e adequados.

A resolução desse problema econômico, apreendido do acima exposto, se faz importante na medida em que supre uma necessidade de aperfeiçoamento e constante evolução dos instrumentos de análise e pesquisa; os quais são utilizados pelos cientistas das mais variadas áreas de estudo e localidades – nacionais e internacionais. A medida da sustentabilidade ambiental ofereceria um foco adicional de análise do perfil, das potencialidades e limitações do desenvolvimento humano, como sugerido pelos próprios criadores do IDH e por Martins *et al.* (2006).

De uma forma geral, há ainda poucos trabalhos e escassas opções metodológicas, especialmente no Brasil, para se analisar a qualidade ambiental. Talvez um exemplo mais próximo desse esforço científico seja o realizado por Rossato (2006); mas, além de se tratar dos municípios gaúchos, o índice criado para representar a qualidade ambiental dos municípios não compreende dados específicos de emissões de gases causadores de efeito estufa (GEEs) em sua construção. Da mesma forma, Martins *et al.* (2006) não fazem um trabalho em tudo semelhante a esse na medida em que tratam do desenvolvimento de países e utilizam o Índice de Sustentabilidade Ambiental (ISA), que se difere do que será aqui construído. Rufino (2002) analisa a qualidade ambiental de um município, especificamente: Tubarão, no estado de Santa Catarina. Porém para tal, constrói um sistema de indicadores ambientais, com base no marco analítico pressão-estado-resposta, diferentemente do aqui realizado. Sob a ótica da degradação ambiental, poucos estudos no Brasil quantificam o nível dessa degradação de uma região ou estado. Dentre eles, pode-se citar o de Lemos (2001), que determinou o nível de degradação ambiental dos municípios do Nordeste; e o de Silva e Ribeiro (2004), que determinou o nível de degradação dos municípios acreanos. Porém nenhum deles com a mesma sistemática de quantificação da degradação ambiental aqui utilizada. Vale lembrar, mais uma vez, a existência de um consenso que aponta as emissões antrópicas de poluentes como um dos principais motores para os problemas ambientais na atualidade (Costa *et al.* 2011).

O propósito deste artigo, então, é realizar uma análise do desenvolvimento das regiões mineiras, com o acréscimo da perspectiva ambiental, a partir da elaboração de dois novos índices: o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Ambiental (IDH-MA) e o Índice de

Desenvolvimento Humano Municipal Expandido (IDH-M_x) para o ano de 2010. Buscando preencher a lacuna deixada pelos índices de desenvolvimento, disponíveis e mais amplamente utilizados, no que tange à inserção da difícil mensuração da qualidade ambiental em tais índices, além de mensurar a qualidade de vida já considerada.

O IDH-M_A é um índice de qualidade ambiental. Ele é construído, ao longo deste trabalho, utilizando dados específicos de emissões de GEEs. O município com maior IDH-M_A é aquele que menos emite tais gases. O IDH-M_x é construído levando-se em conta, além das três dimensões do desenvolvimento humano já consideradas pelo IDH conhecido (renda, longevidade e educação), a dimensão ambiental do desenvolvimento. Para tanto, é realizada uma Análise de Componentes Principais (ACP) sobre quatro IDH-Ms: IDH-M Renda (IDH-M_R), IDH-M Longevidade (IDH-M_L), IDH-M Educação (IDH-M_E) e IDH-M_A. É importante deixar claro que o último desses índices supracitados será criado no presente estudo, por meio de prévia Análise de Componentes Principais sobre aqueles dados sobre as emissões municipais de GEEs para os 853 municípios mineiros.

Deve-se destacar o pioneirismo deste trabalho em se valer de dados sobre as emissões de três diferentes GEEs – dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O) –, em níveis municipais, na representação da qualidade ambiental dos municípios. Trabalhos anteriores que também construíram índices de qualidade ambiental não tiveram a oportunidade de utilizar dados com tamanha especificidade.

Esta pesquisa, apesar de ser de interesse universal ao se tratar de uma possibilidade de aumento de robustez do IDH, mais beneficiará a população do estado de Minas Gerais. Isso porque poderá ter em mãos um ranking e um IDH acrescentado da questão ambiental para todos os seus municípios. Além disso, uma análise regional do estado é feita, o que permite a observação, via comparação, de onde estão os maiores gargalos de desenvolvimento estaduais.

Dessa forma, esse trabalho é continuado em uma breve apresentação da metodologia, que é seguida pelos dados. Já mais para o fim deste artigo, os resultados são discutidos e as conclusões são colocadas.

2. Metodologia

A metodologia utilizada foi a Análise de Componentes Principais (ACP). A ACP é uma técnica de Análise Multivariada que consiste em transformar um conjunto original de variáveis, a partir de uma transformação linear operada nesse conjunto de variáveis, em outro conjunto; os Componentes Principais (CPs) com propriedades específicas, tais como a ortogonalidade (independência estatística) das variáveis desse novo conjunto. Esse método consiste em reduzir o número de variáveis (p), que devem ser consideradas na análise, para um número menor r , $r < p$ (Haddad 1989).

As novas variáveis obtidas são, então, denominadas Componentes Principais. Os CPs são combinações lineares (média ponderada) das variáveis originais definidas de modo a captar o máximo da variância dos dados. O processo de estimação é tal que o primeiro CP capta o máximo de variância possível, o segundo capta o máximo possível do restante de variância, o terceiro o máximo possível do restante de variância e assim sucessivamente. O CP é uma nova variável (um índice) que representa uma “dimensão” dos dados (Haddad 1989).

Segundo Haddad (1989), esse método tem dois objetivos básicos: um aliado à econometria e outro à análise regional e urbana. Em econometria, a ACP é utilizada quando as variáveis explicativas de uma equação a ser ajustada apresentam um significativo grau de intercorrelação (o que prejudica a estimação das variâncias das estimativas dos parâmetros da equação, impedindo que se façam testes de hipótese sobre a significância dos parâmetros estimados). Assim, esse método cria variáveis que apresentam correlações iguais a zero por definição; variáveis que satisfazem a hipótese de independência das variáveis explicativas do método de regressão linear, ou seja, de inexistência de multicolinearidade entre estas variáveis. Já na análise regional e urbana, o método é utilizado para classificar regiões e cidades; isso a partir da criação de um índice que permite a hierarquização dessas.

No caso em voga, utiliza-se a metodologia da ACP com esse último objetivo: o da classificação regional. A matriz de observações, para a aplicação dessa técnica, foi composta por 853 linhas, correspondentes aos municípios

mineiros, e sete colunas, correspondentes aos indicadores ambientais e socioeconômicos para o ano de 2010, a saber:

CO_2 = quantidade de CO_2 emitida pelo município (ponderada por sua área) em toneladas por quilômetros quadrados;

CH_4 = quantidade de CH_4 emitida pelo município (ponderada por sua área) em toneladas por quilômetros quadrados;

N_2O = quantidade de N_2O emitida pelo município (ponderada por sua área) em toneladas por quilômetros quadrados;

IDH- M_R = Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Renda;

IDH- M_L = Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Longevidade;

IDH- M_E = Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Educação;

IDH- M_A = Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Ambiental.

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Ambiental (IDH- M_A) foi criado neste trabalho, a partir de um primeiro modelo, que considera aquelas 853 linhas e as três primeiras colunas acima relatadas. Ele nada mais é que o primeiro CP obtido por esse modelo após sofrer uma transformação para se adequar ao primeiro quadrante. Assim, torna-se a quarta coluna de um segundo modelo que, além de já considerar aquelas 853 linhas, considera as três colunas do IDH-M amplamente conhecido.

Para este esforço de pesquisa, então, a metodologia da ACP é utilizada por duas vezes. A primeira se dá quando da construção de um índice de emissões, o qual gerará, após uma transformação, um IDH-M Ambiental. A segunda, quando, já de posse do IDH-M Ambiental, cria-se o novo IDH (aquele que levará em consideração também essa dimensão ambiental em sua construção): o IDH- M_x .

A transformação que se deu no primeiro CP do primeiro modelo se faz necessária na medida em que o índice gerado atribuirá valores maiores para os municípios que mais emitem GEEs. Dessa forma, a primeira coisa a se fazer deve ser trocar o seu sinal. Em seguida, averiguar o maior e o menor índice de emissões e se calcular a amplitude entre eles. Feitos esses cálculos, para se

garantir que todos os valores desse índice estarão no primeiro quadrante trigonométrico, o que não poderia ser diferente, pega-se os valores para cada município (já de sinal trocado) e subtrai-se deles aquele menor valor encontrado. Aí, é só dividir esse resultado pela amplitude dessa série, que nada mais é que a diferença entre o maior e o menor valor dela.

Dessa forma, os modelos para os componentes principais foram:

$$X_1 = a_{11}CO_2 + a_{12}CH_4 + a_{13}N_2O \quad (1.1)$$

$$X_2 = a_{21}CO_2 + a_{22}CH_4 + a_{23}N_2O \quad (1.2)$$

$$X_3 = a_{31}CO_2 + a_{32}CH_4 + a_{33}N_2O \quad (1.3)$$

$$Y_1 = b_{11}IDHM_R + b_{12}IDHM_L + b_{13}IDHM_E + b_{14}IDHM_A \quad (2.1)$$

$$Y_2 = b_{21}IDHM_R + b_{22}IDHM_L + b_{23}IDHM_E + b_{24}IDHM_A \quad (2.2)$$

$$Y_3 = b_{31}IDHM_R + b_{32}IDHM_L + b_{33}IDHM_E + b_{34}IDHM_A \quad (2.3)$$

$$Y_4 = b_{41}IDHM_R + b_{42}IDHM_L + b_{43}IDHM_E + b_{44}IDHM_A \quad (2.4)$$

onde os X_i , com $i = 1, 2 \text{ e } 3$, são os três CPs não correlacionados que descrevem linearmente as três variáveis observadas – CO_2 , CH_4 e N_2O – e os a_{ij} , com $i = 1, 2 \text{ e } 3$ e $j = 1, 2 \text{ e } 3$, são os pesos ou ponderações (em inglês, *loadings*) que compõem a combinação linear; de forma análoga, os Y_k , com $i = 1, 2, 3 \text{ e } 4$, são os quatro CPs não correlacionados que descrevem linearmente as quatro variáveis observadas – $IDH-M_R$, $IDH-M_L$, $IDH-M_E$ e $IDH-M_A$ – e os b_{zk} , com $z = 1, 2, 3 \text{ e } 4$ e $k = 1, 2, 3 \text{ e } 4$, são os pesos que compõem a combinação linear. Os coeficientes dos componentes indicam a importância da variável para o componente. É importante ressaltar, uma vez mais, que o $IDH-M_A$ nada mais é que o primeiro CP gerado no primeiro modelo transformado, ou seja:

$$IDHM_A = X_1 \text{ (transformado para o primeiro quadrante).}$$

O modelo escolhido se deu por sua simplicidade e, ao mesmo tempo, adequabilidade ao problema estudado. Na prática, a aplicação do método,

quer no primeiro quer no segundo modelo, inicia-se com o cálculo da matriz dos coeficientes de correlação simples das variáveis observadas. As matrizes R_1 e R_2 são as matrizes dos coeficientes de correlação entre as variáveis observadas, respectivamente, no modelo 1 e no modelo 2.

$$R_1 = \begin{bmatrix} r_{CO_2, CO_2} & r_{CO_2, CH_4} & r_{CO_2, N_2O} \\ r_{CH_4, CO_2} & r_{CH_4, CH_4} & r_{CH_4, N_2O} \\ r_{N_2O, CO_2} & r_{N_2O, CH_4} & r_{N_2O, N_2O} \end{bmatrix}$$

$$R_2 = \begin{bmatrix} r_{IDHM_R, IDHM_R} & r_{IDHM_R, IDHM_L} & r_{IDHM_R, IDHM_E} & r_{IDHM_R, IDHM_A} \\ r_{IDHM_L, IDHM_R} & r_{IDHM_L, IDHM_L} & r_{IDHM_L, IDHM_E} & r_{IDHM_L, IDHM_A} \\ r_{IDHM_E, IDHM_R} & r_{IDHM_E, IDHM_L} & r_{IDHM_E, IDHM_E} & r_{IDHM_E, IDHM_A} \\ r_{IDHM_A, IDHM_R} & r_{IDHM_A, IDHM_L} & r_{IDHM_A, IDHM_E} & r_{IDHM_A, IDHM_A} \end{bmatrix}$$

onde r_{CO_2, CH_4} é o coeficiente de correlação simples entre CO_2 e CH_4 . A interpretação dos outros coeficientes pode ser feita por analogia ao exemplo dado.

As matrizes R_i são matrizes quadradas simétricas (pois, por exemplo, $r_{CO_2, CH_4} = r_{CH_4, CO_2}$), sendo que em suas respectivas diagonais principais sempre aparece a unidade. Porque o coeficiente de correlação de uma variável com ela mesma é sempre igual a 1:

$$R_1 = \begin{bmatrix} 1 & r_{CO_2, CH_4} & r_{CO_2, N_2O} \\ r_{CH_4, CO_2} & 1 & r_{CH_4, N_2O} \\ r_{N_2O, CO_2} & r_{N_2O, CH_4} & 1 \end{bmatrix}$$

$$R_2 = \begin{bmatrix} 1 & r_{IDHM_R, IDHM_L} & r_{IDHM_R, IDHM_E} & r_{IDHM_R, IDHM_A} \\ r_{IDHM_L, IDHM_R} & 1 & r_{IDHM_L, IDHM_E} & r_{IDHM_L, IDHM_A} \\ r_{IDHM_E, IDHM_R} & r_{IDHM_E, IDHM_L} & 1 & r_{IDHM_E, IDHM_A} \\ r_{IDHM_A, IDHM_R} & r_{IDHM_A, IDHM_L} & r_{IDHM_A, IDHM_E} & 1 \end{bmatrix}$$

Em termos matemáticos, encontram-se os pesos, que satisfazem as condições de ortogonalidade e de variação total explicada pelos componentes principais, resolvendo os seguintes sistemas de equações homogêneas:

$$\begin{bmatrix} 1 - \lambda & r_{CO_2, CH_4} & r_{CO_2, N_2O} \\ r_{CH_4, CO_2} & 1 - \lambda & r_{CH_4, N_2O} \\ r_{N_2O, CO_2} & r_{N_2O, CH_4} & 1 - \lambda \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_{11} \\ a_{12} \\ a_{13} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 1 - \lambda & r_{IDHM_R, IDHM_L} & r_{IDHM_R, IDHM_E} & r_{IDHM_R, IDHM_A} \\ r_{IDHM_L, IDHM_R} & 1 - \lambda & r_{IDHM_L, IDHM_E} & r_{IDHM_L, IDHM_A} \\ r_{IDHM_E, IDHM_R} & r_{IDHM_E, IDHM_L} & 1 - \lambda & r_{IDHM_E, IDHM_A} \\ r_{IDHM_A, IDHM_R} & r_{IDHM_A, IDHM_L} & r_{IDHM_A, IDHM_E} & 1 - \lambda \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_{11} \\ b_{12} \\ b_{13} \\ b_{14} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Para que esses sistemas de equação tenham solução não trivial, ou seja, para que os pesos não sejam iguais a zero, é preciso que as matrizes $[R_i - \lambda I]$ não tenham uma inversa, isto é, é preciso que

$$|R - \lambda I| = 0$$

onde I representa a matriz unidade e 0, o escalar zero. Essa é a equação característica, onde λ é o vetor característico associado à matriz característica $(R - \lambda I)$. Felizmente, para que não se precise resolver uma equação polinomial de elevado grau, existem programas de computador capazes de extrair as raízes características e calcular os vetores característicos a elas associados. Não só nessa parte do trabalho, mas em todo ele, o software utilizado para estimação dos CPs foi o STATA 13. Aqueles vetores característicos mencionados acima são exatamente os pesos (cargas) a serem dados às variáveis observadas no processo de transformação linear que cria os CPs.

A importância de um determinado CP é medida pelo cálculo da proporção da variação total da matriz R que pode ser atribuída a esse CP (Haddad, 1989). Pode-se provar que a variação total de R é igual ao número de variáveis observadas. O cálculo dessa proporção é feito da seguinte forma:

$$\frac{\lambda_1}{n^\circ \text{ de variáveis observadas}} \cdot 100$$

O resultado será a parte da variação dos coeficientes de correlação das variáveis observadas (em porcentagem) que o primeiro CP é capaz de

reproduzir. O número de raízes características (λ) é sempre igual ao número de variáveis observadas. Nesse caso, três e quatro nos modelos 1 e 2 respectivamente. Porém na maioria das vezes, não é necessário se extrair e trabalhar com todos os CPs, pois o primeiro extraído pode ser que já seja capaz de reproduzir uma grande parcela da variação total de R. Aliás, essa é justamente uma das vantagens da ACP. Mas é fácil perceber que, para se extrair o segundo CP, o procedimento é idêntico, trabalhando, porém, com a matriz da correlação restante. O mesmo se dá para o terceiro e demais, caso existam.

É necessário que se teste a significância dos pesos dos CPs. Existem alguns testes disponíveis, mas frequentemente é utilizada uma regra prática que diz que só devem ser retidos os pesos com valor absoluto superior a 0,3 quando o número de observações das variáveis observadas é pelo menos 50. Assim, como aqui serão 853 observações, deve-se ficar atento a essa regra para verificar se algum peso será não significativo, ou seja, aceitar-se-á a hipótese de que eles são nulos.

Uma última questão relevante aqui, que é sempre levantada, é quanto à quantidade de CPs a se extrair. Haddad (1989) menciona que existem alguns critérios para tomar essa decisão, mas coloca que a regra prática é só se conservar na análise aqueles componentes para os quais a raiz característica (λ) for maior que a unidade quando o número de variáveis está entre 20 e 50. O que não é o caso. Então, ele afirma que, quando não se está nesse intervalo (aqui, em um primeiro momento, serão três variáveis e, em um posterior, quatro), é preferível guiar-se pela proporção da variação total associada aos primeiros componentes já extraídos.

Por diversas vezes, ao longo deste trabalho, almejou-se ter dados referentes às 10 regiões de planejamento de Minas Gerais. Para tanto, simplesmente, considerou-se esses como sendo a média daqueles referentes a todos os seus municípios.

Os dados aqui utilizados, que trazem os índices de desenvolvimento municipais selecionados, são provenientes do Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (2013). Já os dados sobre o PIB dos municípios mineiros, que são utilizados na análise do desenvolvimento das mesorregiões de Minas

Gerais, são provenientes do Boletim Regional do Banco Central do Brasil (2013).

Quanto aos dados referentes aos GEEs, coletados junto ao *Emission Database for Global Atmospheric Research – Edgar* (Joint Research Centre – JRC; PBL Netherlands Environmental Assessment Agency – PBL NEAA 2011), cabe uma explicação mais detalhada. O *Edgar* disponibiliza dados globais e georreferenciados, ou seja, a partir das coordenadas geográficas, de emissões de diversos GEEs, dentre os quais estão os três utilizados neste estudo, em grids de 0,1° por 0,1°. A base de dados aqui utilizada é a mais recente do *Edgar* (v4.2 FT2010) e fornece informações entre os anos 2000 e 2010. Por meio do programa de computador ArcGIS (versão 10.1), os pontos dos grids foram unidos às fronteiras municipais usando suas coordenadas de latitude e longitude, gerando médias anuais de emissões municipais de cada um dos gases (CO₂, CH₄ e N₂O). Tais informações foram extraídas em quilograma por metro quadrado por segundo (Kg/m²/seg). Para utilizar os dados em termos de toneladas por quilômetro quadrado por ano (ton/Km²/ano) fez-se o uso da equação 3, a seguir:

$$e_{j,m,t_{\text{ton/Km}^2/\text{ano}}} = e_{j,m,t_{\text{Kg/m}^2/\text{seg}}} \left(\frac{1}{1.000} \right) (1.000.000) (12.614.400) \quad (3)$$

em que $e_{j,m,t_{\text{ton/Km}^2/\text{ano}}}$ representa a emissão total do gás j , no município m , no ano t , auferida em ton. (Km²)⁻¹; $e_{j,m,t_{\text{Kg/m}^2/\text{seg}}}$ representa a emissão média do gás j , no município m , no ano t , auferida em Kg (m²)⁻¹ (segundo)⁻¹.

Em seguida, calculou-se a emissão municipal total anual:

$$e_{j,m,t} = e_{j,m,t_{\text{ton/Km}^2/\text{ano}}} (\text{area}_{m_{\text{Km}^2}}) \quad (4)$$

em que $e_{j,m,t}$ se refere à emissão total do gás j , no município m , no ano t ; $e_{j,m,t_{\text{ton/Km}^2/\text{ano}}}$ representa a emissão do gás j , no município m , no ano t , auferida em ton. (Km²)⁻¹; $\text{area}_{m_{\text{Km}^2}}$ representa a área do município m , auferida em Km².

3. Resultados

Procurou-se estimar e construir um índice para indicar o nível de desenvolvimento humano mineiro, considerando, além das dimensões econômica e social, a dimensão ambiental. Sintetizando, este estudo criou um índice de qualidade ambiental (IDH-MA) para os 853 municípios do estado de Minas Gerais a partir das observações dos níveis emitidos (ponderados pela área municipal) de três GEEs (CO₂, CH₄ e N₂O) por cada um desses municípios. Depois disso, então, utilizando esse índice construído aliado aos já utilizados na construção do IDH, pôde-se criar um novo IDH, o qual considera também a dimensão ambiental do desenvolvimento humano. O método de componentes principais foi utilizado na criação de ambos os índices. Em seguida, calculou-se o escore de cada cidade para esse último índice geral, usando as ponderações calculadas pelo método, e com os escores estabeleceu-se uma hierarquia das regiões de planejamento do Estado no que diz respeito à posição relativa dessas em termos dos níveis do novo Índice de Desenvolvimento Humano criado de suas cidades.

O uso do método iniciou-se com a coleta de dados sobre os indicadores da qualidade ambiental daquelas cidades: quantidades de CO₂, de CH₄ e de N₂O emitidas pelos municípios. Esses dados, coletados junto ao *Emission Database for Global Atmospheric Research – Edgar (Joint Research Centre – JRC; PBL Netherlands Environmental Assessment Agency – PBL NEAA 2011)*, foram ponderados pela área dos municípios e ficaram medidos, então, em toneladas por quilômetros quadrados.

A aplicação do método de CPs conduziu, inicialmente, aos seguintes resultados (Tabela 1):

Tabela 1 - Estatísticas relativas à análise de componentes principais no primeiro modelo

	X ₁	X ₂	X ₃
Raiz característica (λ)	1,99	0,85	0,16
% da variância total	66,41	28,17	5,42
% acumulada da variância total	66,41	94,58	100

Fonte: elaboração própria.

Como se tem três variáveis, a solução fornece três CPs. Verifica-se que o primeiro componente principal (X_1) reproduz 66,41% da variação total, o que significa que esse primeiro componente sintetiza razoavelmente o nível de informação que havia nos três indicadores da qualidade ambiental dos municípios acima relacionados. Pode-se dizer, portanto, que havia uma grande dose de redundância entre aquelas variáveis. Os vetores característicos obtidos trazem como seus elementos os coeficientes das combinações lineares que formam os CPs. Como foram calculados três componentes, a percentagem de variância não explicada é zero, ou seja, três componentes captam toda a variância das três variáveis.

Então, estas seriam as equações dos três componentes principais obtidos pela matriz de correlações (com os erros-padrão para os coeficientes dos vetores característicos colocados abaixo):

$$X_1 = 0,3737 CO_2 + 0,6463 CH_4 + 0,6653 N_2O \quad (5.1)$$

(0,0358) (0,0146) (0,0109)

$$X_2 = 0,9234 CO_2 - 0,3271 CH_4 - 0,2008 N_2O \quad (5.2)$$

(0,0146) (0,0281) (0,0290)

$$X_3 = 0,0878 CO_2 + 0,6894 CH_4 - 0,7191 N_2O \quad (5.3)$$

(0,0176) (0,0092) (0,0080)

Todas as variáveis foram estatisticamente diferentes de zero em todos os três componentes até a 1% de nível de significância. Os testes Mardia mSkewness, Mardia mKurtosis, Henze-Zirkler e Doornik-Hansen para normalidade multivariada foram realizados e todos os quatro rejeitaram a hipótese nula de normalidade multivariada.

Usando os pesos (ou seja, os elementos que compõem os vetores característicos relacionados com cada uma das raízes características) de cada variável e o valor observado em cada cidade para cada uma das três variáveis, obteve-se o escore (o valor de X) para cada uma das 853 cidades em X_1 , X_2 e X_3 .

Então, calculou-se o coeficiente de correlação linear simples entre os valores de X_i e os valores de cada um daqueles três indicadores da qualidade ambiental. A Tabela 2 mostra os valores calculados para a correlação.

Como os coeficientes de correlação entre os indicadores de qualidade ambiental e o componente principal X_1 foram razoáveis e bem altos para dois deles, interpreta-se X_1 como um índice geral de qualidade ambiental. Apesar de X_2 ter uma correlação alta com a primeira variável, não se faz necessária a sua extração, uma vez que o peso dessa variável em X_1 já foi maior que 0,3 e esse primeiro componente já é capaz de reproduzir razoavelmente bem (66,41%) a variação total; vide regras práticas tratadas na seção deste trabalho dedicada à metodologia.

Tabela 2 – Coeficientes de correlação entre os indicadores e os componentes X_i no primeiro modelo

Indicadores de Qualidade Ambiental	Componentes Principais		
	X_1	X_2	X_3
Toneladas de CO ₂ emitidas por quilômetro quadrado em 2010	0,53	0,85	0,04
Toneladas de CH ₄ emitidas por quilômetro quadrado em 2010	0,91	-0,30	0,28
Toneladas de N ₂ O emitidas por quilômetro quadrado em 2010	0,94	-0,18	-0,29

Fonte: elaboração própria.

Observou-se, então, que um componente não explica toda a variância dos dados, o que ocorre quando se extrai três componentes. O primeiro componente explica 27,82% da variância da variável CO₂, 83,23% da variância da variável CH₄ e 88,18% da variância da variável N₂O. É importante observar que a solução com apenas um componente fornece os mesmos coeficientes que a solução com três componentes. Isto é característica do método.

A essa altura do trabalho, faz-se necessária a lembrança de que esse índice de qualidade ambiental obtido deve sofrer uma transformação, pois atribui maiores valores àquelas cidades que mais emitem GEEs. Então, a

quarta variável do segundo modelo aqui estimado – IDH- M_A – nada mais é que esse índice X_1 com o sinal trocado e transformado para o primeiro quadrante. O IDH- M_A foi feito com os escores de X_1 por causa não só de sua grande associação com a maioria dos indicadores de qualidade ambiental, como também pelo seu poder de explicação da variação total (66,41%).

Convém ressaltar que os escores calculados para os componentes principais são sempre medidos em uma escala ordinal e, por isso, só podem indicar a posição relativa das cidades. Além disso, para se chegar à variável IDH- M_A ainda se fez uma transformação para o primeiro quadrante; o que explica os valores zero para a cidade mineira de menor qualidade ambiental calculada (Belo Horizonte, da região Central) e 1 para a de maior qualidade (Leme do Prado, da região dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri). Com a construção da variável IDH- M_A , percebe-se uma estreita relação de tal índice com as características regionais, sendo as regiões Central e Triângulo com piores índices de qualidade ambiental; enquanto que as do Alto Paranaíba e dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri apresentaram os melhores resultados ambientais.

Esses resultados são facilmente justificados quando se analisa o mapa da economia mineira, a qual apresentou crescimento praticamente contínuo, interrompido somente durante a grande recessão entre os anos de 2008 e 2009 quando houve o decréscimo significativo de seu PIB. Só a Região Metropolitana de Belo Horizonte concentra 45% das atividades econômicas do estado e é, também, uma das regiões que apresenta maior crescimento. A capital mineira, por si só, possui 43% das atividades econômicas da região, seguida pelos municípios de Betim e Contagem. A seguir, estão o Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, o Sul e Sudoeste de Minas, Zona da Mata e Vale do Rio Doce que juntas correspondem a cerca de 40% do PIB mineiro. As mesorregiões menos desenvolvidas são as dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri que, juntas, possuem somente 2,1% de participação no PIB estadual segundo o Banco Central do Brasil (2013).

Para se construir o produto final deste estudo, então, valeu-se do mesmo método anteriormente utilizado; só que, agora, sobre quatro variáveis. Três delas tiveram seus dados coletados do Atlas do Desenvolvimento

Humano (IDH-M_R, IDH-M_L e IDH-M_E) e a quarta foi construída neste trabalho (IDH-M_A) como exposto acima.

Aplicando o método à matriz dos coeficientes de correlação dessas quatro variáveis (matriz de correlações simétrica da qual os autovalores e os autovetores podem ser obtidos), pode-se extrair até quatro componentes principais Y_i (Tabela 3). Como se tem quatro variáveis, a solução fornece quatro CPs. Verifica-se que o primeiro componente principal (Y_1) reproduz 63,31% da variação total, o que significa que esse primeiro componente sintetiza razoavelmente o nível de informação que havia nos quatro índices de desenvolvimento humano dos municípios mineiros. Pode-se dizer, portanto, que havia uma grande dose de redundância entre aquelas variáveis. Os vetores característicos obtidos trazem como seus elementos os coeficientes das combinações lineares que formam os CPs. Como foram calculados quatro componentes, a percentagem de variância não explicada é zero, ou seja, quatro componentes captam toda a variância das quatro variáveis.

Tabela 3 – Estatísticas relativas à análise de componentes principais no segundo modelo

	Y₁	Y₂	Y₃	Y₄
Raiz característica (λ)	2,53	0,87	0,42	0,19
% da variância total	63,31	21,63	10,41	4,65
% acumulada da variância total	63,31	84,94	95,35	100

Fonte: elaboração própria.

Então, estas seriam as equações dos quatro componentes principais obtidos pela matriz de correlações (com os erros padrão para os coeficientes dos vetores característicos colocados abaixo):

$$Y_1 = 0,5839 IDHM_R + 0,5411 IDHM_L + 0,5295 IDHM_E - 0,2932 IDHM_A \quad (6.1)$$

(0,0090) (0,0138) (0,0140) (0,0289)

$$Y_2 = 0,1177 IDHM_R + 0,2694 IDHM_L + 0,1200 IDHM_E + 0,9482 IDHM_A \quad (6.2)$$

(0,0248) (0,0332) (0,0403) (0,0098)

$$Y_3 = -0,1433 IDHM_R - 0,5809 IDHM_L + 0,7970 IDHM_E + 0,0819 IDHM_A \quad (6.3)$$

$$\begin{array}{cccc}
(0,0345) & (0,0272) & (0,0151) & (0,0439) \\
Y_4 = 0,7904 IDHM_R - 0,5451 IDHM_L - 0,2646 IDHM_E + 0,0902 IDHM_A & (6.4) \\
(0,0086) & (0,0252) & (0,0334) & (0,0197)
\end{array}$$

Todas as variáveis foram estatisticamente diferentes de zero em todos os quatro componentes a 10% de nível de significância. Os testes Mardia mSkewness, Mardia mKurtosis, Henze-Zirkler e Doornik-Hansen para normalidade multivariada foram realizados e todos os quatro rejeitaram a hipótese nula de normalidade multivariada.

Usando os pesos (ou seja, os elementos que compõem os vetores característicos relacionados com cada uma das raízes características) de cada variável e o valor observado em cada cidade para cada uma das quatro variáveis, obteve-se o escore (o valor de Y) para cada uma das 853 cidades em Y_1, Y_2, Y_3 e Y_4 .

Então, calculou-se o coeficiente de correlação linear simples entre os valores de Y_i e os valores de cada um daqueles quatro IDH-Ms. A Tabela 4 mostra os valores calculados para a correlação.

Tabela 4 – Coeficientes de correlação entre os indicadores e os componentes Y_i no segundo modelo

Índices de Desenvolvimento Humano Municipais	Componentes Principais			
	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4
IDH-M Renda em 2010	0,93	0,11	-0,09	0,34
IDH-M Longevidade em 2010	0,86	0,25	-0,37	-0,23
IDH-M Educação em 2010	0,84	0,11	0,51	-0,11
IDH-M Ambiental em 2010	-0,47	0,88	0,05	0,04

Fonte: elaboração própria.

Como os coeficientes de correlação entre os indicadores de qualidade ambiental e o componente principal Y_1 foram razoáveis e bem altos para três deles, interpreta-se Y_1 como um IDH-M expandido ($IDH-M_x$), relativamente ao antes conhecido. Apesar de Y_2 ter uma correlação alta com a quarta variável, não se faz necessária a sua extração, uma vez que o peso dessa

variável em Y_1 já foi maior, em módulo, que 0,3 e esse primeiro componente já é capaz de reproduzir razoavelmente bem (63,31%) a variação total; vide regras práticas tratadas na seção deste trabalho dedicada à metodologia.

Observou-se, então, que um componente não explica toda a variância dos dados, o que ocorre quando se extrai os quatro componentes. O primeiro componente explica 86,34% da variância da variável IDH- M_R , 74,14% da variância da variável IDH- M_L , 70,99% da variância da variável IDH- M_E e 21,78% da variância da variável IDH- M_A . É importante observar que a solução com apenas um componente fornece os mesmos coeficientes que a solução com quatro componentes. Isso é característica do método.

Convém frisar, uma vez mais, que os escores calculados para os componentes principais são sempre medidos em uma escala ordinal e, por isso, só podem indicar a posição relativa das cidades. Além disso, para se chegar a um ranking com valores que variassem de zero a um, fez-se uma transformação para o primeiro quadrante; o que explica os valores zero para a cidade mineira de menor desenvolvimento humano (Setubinha, na região dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri) e 1 para a mais desenvolvida (Belo Horizonte, na região Central). Percebe-se que, mesmo com altos índices emissivos de GEEs (traduzidos aqui em má qualidade ambiental), no cômputo geral, cidades de alta renda, longevidade e/ou educação continuam figurando nas primeiras colocações do ranking do desenvolvimento humano mineiro; mesmo que agora com um IDH-M expandido, mais abrangente e completo (IDH- M_x).

Observando-se o ranking das 10 primeiras colocadas com relação ao primeiro CP (Y_1) do segundo modelo (transformado para o primeiro quadrante), percebe-se a predominância de cidades da região Central e do Sul de Minas (Tabela 5). As três cidades de fora dessas regiões – Uberlândia, Ipatinga e Viçosa – têm motivos óbvios para figurarem entre as primeiras colocadas nesse índice. A grande Uberlândia é o segundo município mais populoso, ficando atrás somente de Belo Horizonte, e tem o terceiro maior IDH do Estado; é o maior polo atacadista da América Latina, com localização geográfica privilegiada (sua malha rodoviária a liga aos grandes centros nacionais). Quase totalmente urbana, o desenvolvimento de Ipatinga se deve,

principalmente, às grandes empresas do chamado “Vale do Aço”; importante polo econômico e cultural, tem elevado IDH e é o município mais populoso de sua microrregião. Viçosa, por sua vez, é essencialmente de vocação educadora, mas também apresenta alto IDH.

Tabela 5 – Primeiras colocadas no ranking do desenvolvimento humano construído para as cidades do Estado de Minas Gerais

Colocação	Município (MG)	Região de Planejamento (MG)	IDH-M _x
1	Belo Horizonte	Central	1,000
2	Nova Lima	Central	0,757
3	Contagem	Central	0,661
4	Uberlândia	Triângulo	0,572
5	Itajubá	Sul de Minas	0,551
6	Lavras	Sul de Minas	0,547
7	Ouro Branco	Central	0,546
8	Varginha	Sul de Minas	0,540
9	Ipatinga	Rio Doce	0,536
10	Viçosa	Mata	0,536

Fonte: elaboração própria.

É interessante observar também a presença de uma pequena cidade, pouco expressiva no cenário estadual – Ouro Branco –, nas primeiras posições do IDH-M_x, o que não acontece no ranking do IDH. Está aí um exemplo da relevância da questão ambiental nessa análise. Apesar de Viçosa ter finalmente conseguido ultrapassar Ouro Branco no ranking do IDH-M (anteriormente conhecido) entre 2000 e 2010, quando se imputa a questão ambiental nesse IDH-M (obtendo o aqui construído – IDH-M_x), Ouro Branco ainda é mais desenvolvida que Viçosa. Por outro lado, o 0,54 de Viçosa é maior que o 0,52 de Juiz de Fora (18.^a colocada), resultado ainda não observado no IDH-M mais amplamente utilizado. Ou seja, ao se considerar a questão ambiental na formulação de um novo IDH-M, a pequenina Viçosa ultrapassa a cidade dita maior e mais desenvolvida da Zona da Mata mineira – Juiz de Fora. Essas diferenças só vêm corroborar a necessidade de que se observe outras dimensões do desenvolvimento humano, além daquelas três

usualmente observadas, na construção de pensamentos científicos e acadêmicos.

Na ponta oposta do ranking, a predominância nítida é de cidades pertencentes à região dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Seis das 10 últimas colocadas são de tal região (Tabela 6). Em geral, mesmo os baixos níveis emissivos de GEEs desses municípios não foram capazes de retirá-los da condição de pouco desenvolvidos relativamente; tamanha baixa de seus indicadores sociais.

Tabela 6 – Últimas colocadas no ranking do desenvolvimento humano construído para as cidades do Estado de Minas Gerais

Colocação	Município (MG)	Região de Planejamento (MG)	IDH-M_x
844	Palmópolis	Jequitinhonha/Mucuri	0,040
845	Imbé de Minas	Rio Doce	0,036
846	Catuji	Jequitinhonha/Mucuri	0,027
847	Bonito de Minas	Norte de Minas	0,024
848	Monte Formoso	Jequitinhonha/Mucuri	0,019
849	Santa Helena de Minas	Jequitinhonha/Mucuri	0,017
850	Ladainha	Jequitinhonha/Mucuri	0,013
851	São João das Missões	Norte de Minas	0,011
852	Frei Lagonegro	Rio Doce	0,005
853	Setubinha	Jequitinhonha/Mucuri	0,000

Fonte: elaboração própria.

Fez-se também uma comparação entre as regiões de planejamento do Estado de Minas Gerais. O resultado mostra que houve alterações nas colocações das mesmas entre o IDH-M e o IDH-M_x, como pode ser visto na Tabela 7.

Tabela 7 – Ranking das regiões de planejamento de Minas Gerais, 2010

Colocação pelo IDH-M	Região de Planejamento (MG)	Colocação pelo IDH-M_x	Região de Planejamento (MG)
1	Alto Paranaíba	1	Triângulo
2	Triângulo	2	Alto Paranaíba
3	Centro Oeste	3	Centro Oeste

4	Sul de Minas	4	Sul de Minas
5	Noroeste	5	Central
6	Central	6	Noroeste
7	Mata	7	Mata
8	Rio Doce	8	Rio Doce
9	Norte	9	Norte
10	Jequitinhonha/Mucuri	10	Jequitinhonha/Mucuri

Fonte: elaboração própria.

É interessante observar que as quatro últimas regiões não se alteraram; mesmo com o acréscimo da dimensão ambiental no cômputo do IDH-M expandido. A qualidade ambiental foi capaz de fazer com que a região do Triângulo Mineiro tomasse a primeira colocação da região do Alto Paranaíba e a Central tomasse a quinta posição do Noroeste de Minas.

4. Considerações finais

A associação entre qualidade ambiental e qualidade de vida é bastante evidente em todo o território nacional e não se restringe apenas a regiões ou Estados específicos. Contudo, este trabalho buscou identificar a associação entre as condições socioeconômicas e a qualidade ambiental dos municípios mineiros, destacando-se aspectos relacionados às suas regiões de planejamento. Buscou-se, ainda, quantificar o nível de qualidade ambiental dos municípios mineiros e construir um índice alternativo ao IDH, que considerasse, além de componentes de natureza econômica e social, um componente de natureza ambiental, o IDH-M expandido (IDH-M_e), para refletir o nível de desenvolvimento humano nos municípios regiões mineiras. Comprovou-se a hipótese de que a associação entre qualidade ambiental e condições socioeconômicas no Estado caracteriza-se por apresentar menor qualidade ambiental nos municípios com melhores condições econômicas.

A metodologia utilizada na determinação da associação entre qualidade ambiental e qualidade de vida consistiu em analisar o comportamento de indicadores explicativos dessas qualidades. Foram selecionados variáveis e índices para representar a qualidade ambiental e a qualidade da vida humana. Utilizou-se a técnica da Análise de Componentes Principais para, em um primeiro momento, construir um índice de qualidade ambiental – o IDH-M_A

– e, posteriormente, fazer o ranking dos municípios mineiros quanto ao novo IDH expandido. O que se pode extrair da realização deste esforço metodológico e prático aqui realizado é que a ACP é mesmo uma boa ferramenta metodológica com vistas à redução do número de variáveis a serem utilizadas em uma pesquisa. Isso, principalmente, ao se utilizar de tal ferramenta para a construção de índices e organização de escores.

Dessa forma, quanto ao problema em si aqui tratado e trabalhado, pode-se dizer que se obteve sucesso na construção do índice almejado, valendo-se da técnica supracitada. Tendo tal índice à disposição, ficou fácil a visualização – via ranking de municípios e de regiões – as posições predominantes de cada uma das regiões de planejamento do Estado. Esse resultado traz um alerta principalmente às regiões dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, do Norte de Minas e do Vale do Rio Doce, na medida em que seus municípios, de uma forma geral, ainda se veem distantes do resultado alcançado pelas cidades das outras regiões.

Observou-se também que pequenas cidades podem visivelmente se colocarem à frente de outras maiores pela questão ambiental. Ou seja, algumas vezes, o poderio econômico não é capaz de se traduzir em desenvolvimento a partir do índice expandido, muito pela má qualidade ambiental. O mesmo, pode-se dizer, ocorre quando se analisa a nível regional ao invés de municipal. Exemplos são a superação das regiões do Triângulo de Minas e Central sobre as do Alto Paranaíba e do Noroeste de Minas, respectivamente, quando se considera o IDH-M expandido.

Resultados como esses permitem tirar algumas conclusões sobre a relação entre condições econômicas e qualidade ambiental no Estado de Minas Gerais, em 2010. O Índice de Desenvolvimento Humano aqui construído, aquele expandido para a dimensão ambiental do desenvolvimento humano, evidencia que tal dimensão ambiental dos municípios mineiros reduz significativamente o nível de desenvolvimento humano. Tal cenário remete às formas de desenvolvimento praticadas nas regiões de Minas Gerais e à importância da inclusão da variável ambiental nos modelos de desenvolvimento.

Referências

BANCO CENTRAL DO BRASIL (2013). Economia Mineira: estrutura produtiva e desempenho recente. In *Boletim Regional*. URL [On line]: <http://www.bcb.gov.br/pec/boletimregional/port/2013/01/br201301b3p.pdf>. Acesso em: 3 de junho de 2015.

COSTA, L. RYBSKI, D.; KROPP, J. P. (2011) A human development framework for CO₂ reductions. Vol. 6 (12), Plos One.

HADDAD, P. R. *et al.* (1989) Economia Regional – Teorias e Métodos de Análise. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil. 694p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE (Brasil) (2010). *Censo 2010*. URL [On line]: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/amostra/>. Acesso em: 2 de junho de 2015.

_____. (2001). Introdução ao processamento digital de imagens. In: *Manuais técnicos em geociências*, Vol. 9, [s. l., s. n.].

_____. (2006). Manual técnico de uso da terra. In: *Manuais técnicos em geociências*. Vol. 7, Rio de Janeiro, [s. n.].

JOINT RESEARCH CENTRE – JRC; PBL NETHERLANDS ENVIRONMENTAL ASSESSMENT AGENCY – PBL NEAA (2011). *Emission database for global atmospheric research (EDGAR)*. European Commission, release version 4.2. URL [On line]: <http://edgar.jrc.ec.europa.eu>. Acesso em: 2 de junho de 2015.

LEMOS, J. J. S. (2001) Níveis de degradação no Nordeste Brasileiro. *Revista Econômica do Nordeste*, 32 (3), pp. 406-429.

MARTINS, A. R. P.; FERRAZ, F. T.; COSTA, M. M. (2006) Sustentabilidade ambiental como nova dimensão do Índice de Desenvolvimento Humano dos países. *Revista do BNDES* 13 (26), pp. 139-162.

MAZETTO, F. A. P. (2000) Qualidade de vida, qualidade ambiental e meio ambiente urbano: breve comparação de conceitos. *Revista Sociedade & Natureza*, 12 (24).

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO – PNUD (2015) *Desenvolvimento Humano e IDH – O que é o IDH*. URL [On line]:

http://www.pnud.org.br/idh/IDH.aspx?indiceAccordion=0&li=li_IDH.

Acesso em: 3 de fevereiro de 2016.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO – PNUD (Organização das Nações Unidas – ONU); FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO (Minas Gerais); INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA (Brasil) (2015). *Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2013*. URL [On line]: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/>. Acesso em: 2 de junho de 2015.

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

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

SILVA, R. G.; RIBEIRO, C. G. (2004) Análise da degradação ambiental na Amazônia Ocidental: um estudo de caso dos municípios do Acre. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 42 (1), pp. 91-110.

THE WORLD HEALTH ORGANIZATION QUALITY OF LIFE GROUP – WHOQOL (1995). The World Health Organization quality of life assessment: position paper from the World Health Organization. In *Social Science and Medicine*, Vol. 10, pp. 1403-1409.