

MENSURAÇÃO DO ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO: UMA PROPOSTA UTILIZANDO O MÉTODO MULTICRITÉRIO ELECTRE TRI-C

Débora Viana e Sousa Pereira

Universidade Federal de Pernambuco
Av. Prof. Moraes Rego, 1235 - Cidade Universitária, Recife – PE
deboravianapereira@gmail.com

André Morais Gurgel

Universidade Federal de Pernambuco
Av. Prof. Moraes Rego, 1235 - Cidade Universitária, Recife – PE
andmgurgel@gmail.com

Caroline Maria de Miranda Mota

Universidade Federal de Pernambuco
Av. Prof. Moraes Rego, 1235 - Cidade Universitária, Recife – PE
carol3m@gmail.com

RESUMO

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é um indicador da condição de vida de uma sociedade, que pode ser utilizado para definir a distribuição de recursos governamentais. Desde sua concepção, em 1990, o IDH sofre algumas críticas que contestam tanto os indicadores utilizados como o procedimento de cálculo. Mesmo com a grande reestruturação do índice em 2010, algumas questões ainda se mantêm, como o efeito compensatório, as escalas dos indicadores e a contribuição decrescente da renda. Neste sentido, o presente artigo faz uso do método multicritério de apoio à decisão ELECTRE TRI-C com o intuito de evitar tais críticas feitas à metodologia atual. O método foi aplicado com os dados do Relatório de Desenvolvimento Humano de 2011, no qual verificou-se que há uma significativa alteração na categorização dos países quanto aos níveis de desenvolvimento. Na simulação realizada, aproximadamente 22% dos países tiveram suas classes modificadas.

PALAVRAS CHAVE. Índice de Desenvolvimento Humano, Modelagem multicritério, ELECTRE TRI-C.

Área principal (Multicriteria Decision Support)

ABSTRACT

The Human Development Index (HDI) is an indicator of the living conditions in a society that can be used to define the distribution of government resources. Since its inception in 1990, the Human Development Index suffers some criticism, contesting both the utilized indicators as the calculation procedure. Although the large restructuring of the index in 2010, some questions still remain, such as compensatory effect, the scales of the indicators and the declining contribution of income. Thus, the present paper proposes the use of multicriteria decision support method ELECTRE TRI-C in order to avoid those criticisms about the current methodology. The method was applied using data from the Human Development Report 2011, in which verified that there is a significant change in the categorization of countries in their levels of development. In the realized simulation, approximately 22% of countries had modified their classes.

KEYWORDS. Human Development Index. Multicriteria modeling. ELECTRE TRI-C. Main area (Multicriteria Decision Support)

1. Introdução

O Relatório do Desenvolvimento Humano (RDH) é uma publicação anual do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) que apresenta debates sobre o desenvolvimento humano, assim como divulga o *ranking* do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). O índice, lançado durante o RDH de 1990, tem ampla utilização e foi formulado com o intuito de mostrar que o desenvolvimento humano é mais do que o crescimento econômico.

Até 1990 era comum que o desenvolvimento humano fosse mensurado através do crescimento econômico, utilizando-se apenas o Produto Interno Bruto (PIB) *per capita* da população como referência. O PNUD, no entanto, percebeu a necessidade de incorporar outros aspectos à mensuração do desenvolvimento humano, lançando um índice que, além da dimensão econômica, também considera educação e saúde.

O IDH sofreu várias mudanças e críticas, tais como a utilização de um método compensatório, a medição incorreta da dimensão renda, dentre outros aspectos explanados na Seção 2 (Desai, 1991; Sagar e Najam, 1998; Palazzi e Lauri, 1998; Kelley, 1991; Noorbakhsh, 1998; Ravallion, 2011 e Chakravarty, 2011). Em 2010, na edição do 20º aniversário do relatório, ocorreram modificações significativas na tentativa de corrigir estas distorções, mas não foi possível a correção de todos os problemas, tais como a questão compensatória (Ravallion, 2011 e Chakravarty, 2011).

No entanto, apesar destas críticas, o IDH permite fomentar o debate sobre o desenvolvimento humano, assegurando que o significado deste não se restrinja à dimensão econômica, como apontam Sagar e Najam (1998) e Stanton (2007). Com isto, o índice auxilia o planejamento de programas e ações socioeconômicas na melhoria da qualidade de vida.

Por isto, neste artigo, para o cálculo do IDH é avaliado o uso do método multicritério ELECTRE TRI-C, com o objetivo de classificar os países em categorias de desenvolvimento humano buscando assim a correção de distorções apresentadas no modelo original.

O presente artigo está dividido em cinco seções. A segunda seção traz maiores explicações sobre o índice – quais são suas dimensões, como é realizado seu cálculo, as recentes mudanças e as principais críticas feitas ao IDH. Na terceira seção, o apoio multicritério à decisão é apresentado, com ênfase no método ELECTRE TRI-C. Já na seção quatro, é feita uma aplicação do cálculo do índice com a metodologia proposta e o resultado é analisado. Por fim, são expostas as considerações finais do trabalho.

2. O Índice de Desenvolvimento Humano

O IDH é formado pela reunião de três dimensões consideradas fundamentais para o desenvolvimento humano – a longevidade, o conhecimento e o padrão de vida (ou renda). De acordo com o relatório de 1990, caso essas dimensões fundamentais para o desenvolvimento humano não estejam satisfeitos na vida de um indivíduo, outros aspectos podem estar inacessíveis, segundo o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (1990). Cada uma das dimensões é avaliada por indicadores, que são escolhidos de acordo com a disponibilidade de dados nos países, conforme observado na Figura 1.



Figura 1 – Representação gráfica do cálculo do IDH. Fonte: PNUD, 2011.

A longevidade, caracterizada pela esperança de vida ao nascer, engloba pontos importantes do desenvolvimento humano, como destaca o relatório de 1990. Uma expectativa de vida elevada permite que as pessoas desenvolvam suas habilidades e usem seus talentos por um período maior. Além disso, a longevidade está ligada a uma nutrição adequada e um bom acesso à assistência hospitalar.

A educação também é considerada um fator importante para o ser humano devido à correlação entre a alfabetização e a capacidade produtiva humana, ou seja, quanto maior for o nível de conhecimento, maior será a probabilidade de uma elevada qualidade de vida (PNUD, 1990).

A dimensão econômica é avaliada através da renda que, segundo Anand e Sen (2000), se caracteriza por ser um instrumento para que os outros fins sejam atingidos, visto que várias outras dimensões na vida são dependentes de fatores econômicos.

Portanto, o papel da dimensão renda no índice é representar dimensões importantes para o desenvolvimento humano que não são contemplados pela longevidade e educação. Atualmente, o indicador utilizado é o Rendimento Nacional Bruto (RNB) *per capita*, expresso em paridade do poder de compra – fator de conversão que permite comparação de preços entre países.

A escolha das dimensões para compor o índice é complexa, assim como a seleção dos indicadores que irão representá-las. De acordo com Klugman *et al.* (2011), o PNUD admite que outros aspectos relevantes poderiam ser contemplados no índice. Porém, a indisponibilidade de dados ou até mesmo divergências de conceito impedem sua consideração.

2.1. Cálculo do Índice de Desenvolvimento Humano

O cálculo do IDH, assim como descrito no RDH de 2011 pode ser dividido em duas fases, sendo a primeira a criação dos índices de dimensão e a segunda a agregação dos subíndices.

Na primeira fase deve-se calcular os índices de cada dimensão. Primeiramente, os valores dos indicadores são normalizados e por isso são determinados valores máximos e mínimos para cada critério. O valor máximo é aquele mais alto observado na série histórica. Já o limite mínimo é pré-determinado, um valor abaixo no qual não haveria possibilidade de desenvolvimento humano.

Em posse dos valores máximos e mínimos e do valor observado de cada país, os subíndices podem ser calculados, conforme observado na Equação 1.

$$\text{Índice da dimensão} = \frac{\text{valor real do país} - \text{valor mínimo da dimensão}}{\text{valor máximo da dimensão} - \text{valor mínimo da dimensão}} \quad (1)$$

Cabe ressaltar que, como a dimensão educação possui dois indicadores, a fórmula acima é utilizada para cada um dos indicadores separadamente e posteriormente agregados através de uma média geométrica. Outra particularidade ocorre com a renda, já que nesta dimensão é utilizado o logaritmo neperiano do indicador, visto que há diminuição da utilidade quando o valor da renda aumenta.

Na segunda fase os subíndices são agregados através de uma média geométrica, conforme observado na Equação 2.

$$IDH = \left(I_{vida}^{1/3} \times I_{educa\ ç\tilde{a}o}^{1/3} \times I_{renda}^{1/3} \right) \quad (2)$$

Ao término da aplicação das duas fases, tem-se o valor do IDH para um país, que deve estar no intervalo de zero a um. O país é considerado mais desenvolvido à medida que se aproxima de um. Os países são ordenados de acordo com o índice e são classificados em muito alto, alto, médio e baixo desenvolvimento humano.

2.2. Mudanças

No ano de 2010 foram realizadas mudanças significativas no cálculo do índice. O indicador de renda utilizado foi o Produto Interno Bruto (PIB) *per capita*, enquanto nesta nova metodologia aplicou-se o RNB *per capita*. A justificativa é que esta variável considera também os fluxos internacionais, por isto é um indicador mais preciso da situação econômica de um país.

Os indicadores utilizados para a dimensão educação eram a taxa de matrícula e o nível de alfabetização dos adultos, mas passou a ser a média de anos de escolaridade para os adultos e a expectativa de anos de escolaridade. Com os novos indicadores, tem-se uma melhor visão dos níveis de educação, já que anteriormente se utilizava indicadores com baixo nível de informação, como a taxa de alfabetização que é uma variável binária.

Para a dimensão longevidade não houve mudança no indicador, já que, segundo o PNUD (2010), outros indicadores que pudessem expressar a vida saudável dos indivíduos não foram encontrados.

A agregação dos subíndices das dimensões foi alterada da média aritmética para a média geométrica. Segundo o PNUD (2010), na média simples, há claramente um efeito compensatório perfeito entre as variáveis, enquanto na média geométrica este efeito compensatório é minimizado. Além disto, a média geométrica não contabiliza os acréscimos em unidades, mas pelo percentual de incremento em relação ao limite mínimo.

Os limites máximos e mínimos também sofreram alterações, já que, com a adoção da média geométrica, os limites mínimos usados podem modificar o *ranking* dos países. Devido à importância destes valores foram estabelecidos pontos fixos para os quais seria impossível a subsistência. Enquanto isso, os limites máximos passaram a ser os maiores valores observados nas séries históricas, sendo, deste modo, mutáveis.

Outra importante mudança ocorreu na forma de classificar os países. Em edições anteriores, o relatório distribuía os países em três classes de desenvolvimento, sendo alocados através de cortes fixos – 0,5 e 0,8. Porém, segundo o PNUD (2010), a divisão dos países em quatro classes de desenvolvimento – muito alto, alto, médio e baixo desenvolvimento – é mais apropriada não sendo realizada mais por cortes fixos, mas sim por quartis.

Com estas implementações algumas distorções foram atenuadas, mas sabe-se que estas não foram extintas. No entanto, argumenta-se que o índice está em constante melhoria, ou seja, sempre aberto a novas críticas e mudanças, como ressaltam Klugman *et al.* (2011) e está exposto na Seção 2.3.

2.3. As Críticas ao Índice de Desenvolvimento Humano

Este índice tem como diferenciais a sua transparência e simplicidade, além do caráter multidimensional por englobar mais do que o aspecto econômico (Klugman *et al.*, 2011 e Bagolin e Comim, 2008). Hopkins (1991) ainda destaca que o IDH oferece o grande benefício de fomentar o debate sobre o desenvolvimento humano.

Desde sua primeira publicação, o IDH tem sido objeto de muitos trabalhos, que trazem várias críticas, considerando diversos aspectos. Sagar e Najam (1998) ressaltam que, logo após a criação do índice, houve um número considerável de críticas, que foram diminuindo com o passar do tempo.

Os problemas apontados em relação à fórmula geral envolvem vários aspectos. Stanton (2007) define a fórmula usada para o índice como arbitrária, injustificável e incorreta. Entre as críticas, podemos destacar a escala dos indicadores, o procedimento de agregação, a transformação logarítmica da renda e o efeito compensatório.

O procedimento de agregação é questionado na literatura. De acordo com Hopkins (1991), independente do algoritmo utilizado, a agregação em si já é um erro, pois combina elementos diferentes. Outros autores, no entanto, criticam a média aritmética como modelo de agregação, devido sua compensação perfeita entre as variáveis (Desai, 1991; Sagar e Najam, 1998 e Palazzi e Lauri, 1998). Reconhecendo essa deficiência, o relatório passou a adotar, a partir de 2010, a média geométrica que, segundo Klugman *et al.* (2011), apresenta uma compensação

imperfeita, na qual um país só pode apresentar alto índice se tiver um bom desempenho nas três dimensões.

Ravallion (2011) e Chakravarty (2011), no entanto, afirmam em seus trabalhos que a adoção da média geométrica não é suficiente para resolver os problemas de compensação. Os autores afirmam que ainda há *trade-offs* no cálculo do índice e ressaltam a taxa marginal de substituição que o índice apresenta. Ambos também declaram que o novo índice pode esconder o sucesso parcial de alguns países, que apresentam mau desempenho em apenas uma das dimensões. Com a nova metodologia, um país que apresenta um desempenho próximo ao valor mínimo em uma dimensão, tem seu IDH próximo de zero, não importando as demais dimensões.

As escalas dos indicadores são alvos das críticas de Kelley (1991), Ivanova *et al.* (1998) e Noorbakhsh (1998). Tais autores argumentam que a contribuição de cada indicador é desproporcional, pois cada um apresenta uma escala diferente. O índice, portanto, seria mais sensível ao indicador com menor escala e menos sensível àquele que apresenta um intervalo maior. Porém, Klugman *et al.* (2011), responsáveis pela nova metodologia do índice, afirmam que esse problema foi solucionado com a adoção de média geométrica. Eles colocam que, enquanto a média aritmética considerava os incrementos em suas unidades, a média geométrica avalia os incrementos em forma de porcentagem sobre o limite mínimo. Dessa forma, o problema da escala estaria resolvido.

Outra crítica ao IDH está relacionada à medição incorreta da dimensão renda. Nos cálculos para o índice, é utilizado o logaritmo do RNB per capita, com a justificativa de que há a necessidade de refletir a perda da utilidade da renda quando ela aumenta. No entanto, alguns autores acreditam que essa transformação logarítmica não é válida (Kelley, 1991; Sagar e Najam, 1998 e Noorbakhsh, 1998). Eles afirmam que, já que os retornos decrescentes são considerados para a renda, também devem valer para as outras dimensões, pois quanto maior a expectativa de vida e a educação, menor a contribuição dos valores adicionais para o desenvolvimento humano.

Contudo, Klugman *et al.* (2011) afirmam que o PNUD considera a transformação da dimensão renda necessária, e que a adaptação da dimensão longevidade pode vir a ocorrer, quando os países ultrapassarem a expectativa de vida média de 85 anos. Sobre a dimensão educação, não houve colocações a respeito.

Na literatura, no entanto, outros questionamentos são levantados a respeito da metodologia do IDH. Anand e Sen (2000), Ranis (2006), Sagar e Najam (1998) e Kelley (1991) destacam a utilização de indicadores inadequados, afirmando que os elementos utilizados pelo relatório para compor o índice não representam corretamente o desenvolvimento. A pobreza de dados também é criticada, como pode ser observado nos trabalhos de Murray (1991), Tokuyama e Pillarisetti (2009), Srinivasan (2012), e Wolff *et al.* (2011).

Outros autores, como McGillivray (1991), Cahill (2005), Kelley (1991) e Ivanova *et al.* (1998) discutem a redundância do índice, declarando que a informação adicional trazida por este é pouca, visto que há uma correlação significativa entre o índice e seus componentes. Reivindicações também são feitas no que diz respeito aos pesos dados às dimensões, considerando que o estabelecimento de pesos iguais não é apropriado e foi determinado de forma arbitrária (Kelley, 1991 e Palazzi e Lauri, 1998). Outro problema destacado pelos autores é a desconsideração da desigualdade dentro dos países (Sagar e Najam, 1998 e Kelley, 1991).

3. Apoio Multicritério à Decisão

O processo de tomada de decisão exige que diversos aspectos sejam levados em consideração para que uma ação seja escolhida. No entanto, quando mais variáveis são avaliadas, mais complexo o problema se apresenta e aumenta a dificuldade em resolvê-lo sem o auxílio de metodologia estruturada.

Neste sentido, o uso do apoio multicritério à decisão se torna relevante. De acordo com Vincke (1992), o apoio multicritério à decisão tem o objetivo de fornecer ao decisor algumas ferramentas que possibilitem a resolução de um problema de decisão onde há muitos pontos de vista que devem ser considerados, muitas vezes conflitantes entre si.

Roy (1996) divide os métodos multicritério em três grandes famílias, sendo elas: função/critério único de síntese, que inclui a teoria da utilidade multiatributo, métodos de sobreclassificação e métodos interativos. Os métodos que pertencem à família da função única de síntese possuem a característica de agregar todos os pontos de vista considerados em uma única função. A teoria da utilidade multiatributo e o método *Analytic Hierarchy Process* (AHP), bastante difundido na literatura, pertencem a essa categoria.

Os métodos da família de subordinação/sobreclassificação procuram representar as preferências do decisor através de uma relação chamada de subordinação/sobreclassificação. Tal divisão inclui os métodos ELECTRE e PROMETHEE, dentre outros.

Já a família dos métodos interativos apresenta procedimentos que envolvem etapas computacionais e de interações com o decisor. Primeiramente, uma solução computacional é apresentada ao decisor, que acrescenta sua estrutura de preferências.

Com isto, diversos métodos estão disponíveis para auxiliar o decisor sendo necessário escolher aquele que melhor se adéqua ao problema em questão. Almeida (2003; 2011) afirma que, para a seleção do método multicritério, alguns aspectos devem ser ponderados, tais como: o problema que está sendo analisado, o contexto, a estrutura de preferências do decisor, a problemática, as informações disponíveis e o grau de precisão.

3.1 Família ELECTRE

Os métodos da família ELECTRE exploram as preferências do decisor através da relação binária de sobreclassificação. Nós dizemos que a sobreclassifica a' se a é considerado pelo menos tão bom quanto a' (Roy, 1996). Dessa forma, esta relação significa que uma alternativa a é estritamente preferível, fracamente preferível ou indiferente a uma alternativa a' , não havendo uma decisão sobre qual das três situações é a verdadeira.

Como afirma Roy (1996), os métodos da família ELECTRE utilizam a relação de sobreclassificação com uma lógica de poder de veto, usando noções de concordância e discordância. Uma característica importante desses métodos é que eles apresentam avaliações não compensatórias (Almeida, 2011).

São métodos da família ELECTRE, de acordo com Almeida (2011):

- Método ELECTRE I e ELECTRE IS: procedimentos que envolvem uma problemática de escolha;
- Método ELECTRE II, III e IV: procedimentos que envolvem uma problemática de ordenação;
- Método ELECTRE TRI: procedimentos que envolvem uma problemática de classificação.

3.2 Método ELECTRE TRI-C

O método ELECTRE TRI-C, proposto por Almeida-Dias *et al.* (2010), é recomendado para situações nas quais as alternativas podem ser alocadas em categorias pré-definidas, através de avaliação de múltiplos critérios. Neste método, as categorias são ordenadas e há exploração da relação de sobreclassificação entre as alternativas e as ações de referências.

Para utilização do método, primeiramente, deve-se definir o conjunto de ações potenciais $A = \{a_1, a_2, \dots, a_i\}$, que será distribuído nas categorias completamente ordenadas $\{C_1, \dots, C_h, \dots, C_q\}$, sendo C_1 a pior categoria e C_q a melhor. É importante também determinar a família de critérios $F = \{g_1, \dots, g_j, \dots, g_n\}$ que irá avaliar as alternativas. Os critérios têm vetores de peso, que podem ser interpretados como poder de voto, denotados por w_j , tal que $w_j > 0$, $j = 1, \dots, n$ e assumindo que $\sum_{j=1}^n w_j = 1$.

Em seguida, alguns parâmetros para o método devem ser estabelecidos, assim como as ações de referência. Tais ações representam as categorias que o decisor considera necessárias para a distribuição das alternativas e são representadas por $B = \{b_0, b_1, \dots, b_h, \dots, b_q, b_{q+1}\}$. Cabe ressaltar que o número de ações de referência é igual a $q + 2$ e que as ações b_0 e b_{q+1}

representam o pior e o melhor desempenho em todos os critérios, respectivamente. Para que a ordenação das categorias seja preservada, as ações de referência devem ser definidas respeitando:

$$\forall j, g_j(b_{h+1}) - g_j(b_h) \geq 0$$

E ainda, para que duas ações de referência sejam consideradas adequadas para distinguir duas características adjacentes, é necessário que:

$$0 \leq g_j(b_{h+1}) - g_j(b_h) \leq q_j$$

Dessa forma, devem ser definidos os limiares de indiferença (q_j) e preferência (p_j) para os critérios, tal que $p_j \geq q_j \geq 0$. Tais limiares são importantes para definir corretamente as categorias e construir as relações binárias. Definidos os limiares, as seguintes relações binárias podem ser encontradas em cada critério:

- $|g_j(a) - g_j(a')| \leq q_j$ representa uma relação de indiferença entre as ações, ou aIa' ;
- $g_j(a) - g_j(a') > p_j$ representa uma relação de estrita preferência da ação a sobre a ação a' , ou aPa' ; e
- $q_j > g_j(a) - g_j(a') \geq p_j$ representa uma relação de fraca preferência da ação a sobre a ação a' , ou aQa' .

Após verificar as relações entre as alternativas e as ações de referência, o índice de credibilidade $C(a, a')$ pode ser calculado, conforme visualizado na Equação 3.

$$C(a, a') = \sum_{j \in C(aPa')} w_j + \sum_{j \in C(aQa')} w_j + \sum_{j \in C(aIa')} w_j + \sum_{j \in C(aJa')} w_j \varphi_j \quad (3)$$

$$\text{onde } \varphi_j = \frac{g_j(a) - g_j(a') + p_j}{p_j - q_j} \in [0, 1[$$

Posteriormente, índice de discordância parcial $d_j(a, a')$ deve ser calculado, conforme exposto na Equação 4.

$$d_j(a, a') = \begin{cases} 1 & \text{se } g_j(a) - g_j(a') < -v_j, \\ \frac{g_j(a) - g_j(a') + p_j}{p_j - v_j} & \text{se } -v_j \leq g_j(a) - g_j(a') < -p_j, \\ 0 & \text{se } g_j(a) - g_j(a') \geq -p_j. \end{cases} \quad (4)$$

E, finalmente, calcula-se o índice de credibilidade $\sigma(a, a')$, que representa a credibilidade da relação de sobreclassificação aSa' , na qual todos os critérios são levados em consideração e definido pela Equação 5.

$$\sigma(a, a') = C(a, a') \prod_{j=1}^n T_j(a, a') \quad (5)$$

$$\text{em que } T_j(a, a') = \begin{cases} \frac{1 - d_j(a, a')}{1 - c_j(a, a')} & \text{se } d_j(a, a') > C(a, a') \\ 1 & \text{caso contrário} \end{cases}$$

Em posse do índice de credibilidade, o analista e o decisor devem escolher o nível de credibilidade. Esse nível, denotado por λ , representa o mínimo valor de $\sigma(a, a')$ que é julgado necessário pelo decisor para validar ou não a relação de sobreclassificação. Em geral, esse valor está entre o intervalo $[0,5;1]$.

A recomendação do ELECTRE TRI-C são duas classificações, sendo elas formadas a partir de regras descendente e ascendente. As duas regras são obtidas para se ter ciência da maior e menor categoria possível para alocar uma alternativa, podendo ser, em algumas situações, a mesma. Dessa forma, pode-se afirmar que as duas classificações representam uma visão pessimista e outra otimista. As classificações podem ser realizadas de acordo com os procedimentos descritos a seguir:

Regra descendente: avaliando da pior categoria até a melhor, encontra-se a primeira categoria b_t que satisfaz $\sigma(a, b_t) \geq \lambda$. Em posse de t :

- Para $t = q$, selecionar C_q como a possível categoria para alocar a ação a .

- b) Para $0 < t < q$, se $\rho(a, b_t) > \rho(a, b_{t+1})$, selecionar C_t como a possível categoria para alocar a ação a . Caso contrário, selecionar C_{t+1} . Onde $\rho(a, b_h) = \min\{\sigma(a, b_h), \sigma(b_h, a)\}$
- c) Para $t = 0$, selecionar C_1 como a possível categoria para alocar a ação a .

Regra ascendente: avaliando da melhor categoria até a pior, encontra-se a primeira categoria b_k que satisfaz $\sigma(b_k, a) \geq \lambda$. Em posse de k :

- a) Para $k = 1$, selecionar C_1 como a possível categoria para alocar a ação a .
- b) Para $1 < k < (q + 1)$, se $\rho(a, b_k) > \rho(a, b_{k-1})$, selecionar C_k como a possível categoria para alocar a ação a . Caso contrário, selecionar C_{k-1} . Onde $\rho(a, b_h) = \min\{\sigma(a, b_h), \sigma(b_h, a)\}$
- c) Para $k = (q + 1)$, selecionar C_q como a possível categoria para alocar a ação a .

4. Uso do método ELECTRE TRI-C para avaliação do IDH

O método ELECTRE TRI-C é aplicado ao problema de composição do IDH dos países ligados às Nações Unidas, com a intenção de corrigir algumas distorções do modelo IDH tradicional. Como foi visto anteriormente, o efeito compensatório, o uso do logaritmo para a dimensão renda, a sensibilidade devido à escala e o procedimento de agregação são alguns elementos indesejáveis na metodologia atual. O método proposto visa ajudar a resolver tais questionamentos.

A metodologia atual do IDH oferece um ranking dos países, enquanto o ELECTRE TRI-C resulta na classificação dos mesmos, com base em um modelo multicritério não compensatório. O emprego do método permite a separação das nações em subconjuntos ordenados, numa escala de muito alto, alto, médio e baixo desenvolvimento humano. Sendo assim, a avaliação deste trabalho não pode ser realizada no sentido de verificar as modificações das posições dos países no *ranking*, mas sim a alteração da classificação nos níveis de desenvolvimento humano.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é fazer uma simulação do modelo proposto, para verificar se a utilização de uma metodologia que elimina o efeito compensatório, o uso do logaritmo para a dimensão renda, a sensibilidade devido à escala e o procedimento de agregação irá impactar na classificação dos países quanto ao IDH.

Para a aplicação do ELECTRE TRI-C, foram utilizados os dados disponíveis no Relatório de Desenvolvimento Humano de 2011. Os parâmetros e as ações de referência considerados nesta simulação são expostos nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1: Parâmetros utilizados no método

CRITÉRIOS	PARÂMETROS			
	q_j	p_j	v_j	w_j
Expectativa de vida ao nascer (Ev)	2	5	–	0,292
Média de anos de escolaridade (Me)	1	3	–	0,208
Expectativa de escolaridade (Ee)	1,5	4	–	0,083
RNB per capita (Rn)	1000	3000	–	0,417

Tabela 2: Ações de referência

CATEGORIAS	AÇÕES DE REFERÊNCIA	CRITÉRIOS			
		Ev	Me	Ee	Rn
	b0	0	0	0	0
C1	b1	56	3	7	1750
C2	b2	64	6	11	3500
C3	b3	72	8,5	13	6500
C4	b4	78	10	15	15000
	b5	100	20	25	150000

Após aplicação do método, foram obtidas duas classificações e, para esta análise, optou-se por utilizar a visão pessimista, ou seja, aquela que indica a classe mais baixa em que

uma alternativa pode ser alocada. Porém, não haveria mudança significativa se a visão otimista tivesse sido utilizada, visto que, no máximo, 8 países dos 187 avaliados apresentaram categorias diferentes nas classificações ascendente e descendente.

Diante da categorização do ELECTRE TRI-C, verificou-se que algumas alternativas se mantiveram na mesma categoria em que foram alocadas pela metodologia atual do IDH. No entanto, outras passaram para categorias mais altas ou mais baixas, estando essas modificações sujeitas ao nível de credibilidade adotado. Na Tabela 3, são apresentados os resultados obtidos para alguns países:

Tabela 3: Resultado obtido com o ELECTRE TRI-C para algumas alternativas

ALTERNATIVAS	METODOLOGIA ATUAL	NÍVEL DE CREDIBILIDADE			
		0,65	0,7	0,75	0,8
República Checa	C4	C4	C4	C4	C4
Seychelles	C3	C4	C4	C4	C4
Geórgia	C3	C3	C3	C3	C3
Tailândia	C2	C3	C3	C3	C3
Uzbequistão	C2	C2	C2	C2	C2
África do Sul	C2	C3	C3	C2	C2
Congo	C2	C1	C2	C2	C2
Suazilândia	C2	C2	C2	C1	C1
Bangladesh	C1	C2	C2	C2	C2
Angola	C1	C2	C2	C1	C1
Sudão	C1	C1	C1	C1	C1

O resultado final do método, que distribui os 187 países nas quatro categorias de desenvolvimento humano (DH), pode ser observado na Tabela 4. A tabela mostra quantos países são alocados em cada categoria, tanto na metodologia empregada atualmente para o IDH quanto na aplicação do ELECTRE TRI-C – onde foram considerados quatro níveis de credibilidade distintos.

Tabela 4: Número de países alocados em cada categoria de desenvolvimento humano

CATEGORIAS	METODOLOGIA ATUAL	NÍVEL DE CREDIBILIDADE			
		0,65	0,7	0,75	0,8
IDH Muito alto	47	61	61	61	61
IDH Alto	47	52	52	50	50
IDH Médio	47	35	37	36	36
IDH Baixo	46	39	37	40	40

Sendo assim, pode-se perceber que o emprego do método ELECTRE TRI-C altera significativamente a classificação dos países quanto seu nível de desenvolvimento humano. De acordo com a simulação realizada, ocorre mudança de categoria em 41 ou 42 países, a depender do nível de credibilidade considerado. Isso representa alteração na categoria de aproximadamente 22% dos países. Acredita-se que a maior contribuição do emprego deste método seja o seu efeito não compensatório, visto que esta é uma questão largamente tratada entre os críticos do IDH. Além disso, outras reivindicações importantes também foram atendidas, com já foi colocado.

E, por fim, como mostra a Tabela 4, pode-se verificar que o método utilizado é robusto, visto que a quantidade de países em cada classe não varia significativamente com a mudança do nível de credibilidade. Desta forma, constata-se que o ELECTRE TRI-C é adequado para a categorização dos países quanto ao seu nível de desenvolvimento humano.

5. Considerações finais

O Índice de Desenvolvimento Humano vem sofrendo, desde sua elaboração em 1990, diversas críticas e, embora o índice tenha passado por uma grande transformação em 2010, vários problemas ainda permanecem. Nesse contexto, percebeu-se a necessidade de aplicar um modelo multicritério não compensatório para ajudar a dirimir alguns destes problemas.

Com a aplicação do ELECTRE TRI-C evitam-se as reivindicações com o efeito compensatório, uso do logaritmo para a dimensão renda, sensibilidade devido à escala e procedimento de agregação. O resultado da simulação apresentou mudanças significativas na categorização dos países, alterando a categoria do país por nível de desenvolvimento em aproximadamente 22% dos casos.

Conclui-se, portanto, que o emprego do método ELECTRE TRI-C para a categorização dos países quanto ao seu nível de desenvolvimento é adequado, visto que o método é robusto e satisfaz algumas das críticas feitas ao IDH.

Referências

- Almeida, A.T. de.** A Utilização de Métodos Multicritério de Apoio à Decisão, em Almeida, A.T. de. e Costa, A.P.C.S. (Eds.), *Aplicações com Métodos Multicritério de Apoio à Decisão*, Editora Universitária, Recife, 1-22, 2003.
- Almeida, A.T. de.** *O Conhecimento e o Uso de Métodos Multicritério de Apoio à Decisão*. Editora Universitária, Recife, 2011.
- Almeida-Dias, J.; Figueira, J.R.; Roy, B.** (2010), ELECTRE TRI-C: A Multiple Criteria Sorting Method Based on Characteristic Reference Actions. *European Journal of Operational Research*, 204, 565–580.
- Anand, S. e Sen, A.** (2000), The Income Component of the Human Development Index. *Journal of Human Development*, 1(1), 83-106.
- Bagolin, I. P. e Comim, F. V.** (2008), Human Development Index (HDI) and its Family of Indexes : An Evolving Critical Review. *Revista de Economia*, 34(2), 7-28.
- Cahill, M. B.** (2005), Is the Human Development Index Redundant? *Eastern Economic Journal*, 31(1), 1-5.
- Chakravarty, S. R.** (2011), A Reconsideration of the Tradeoffs in the New Human Development Index. *The Journal of Economic Inequality*, 9(3), 471-474.
- Desai, M.** (1991), Human Development: Concepts and Measurement. *European Economic Review*, 35, 350-357.
- Hopkins, M.** (1991), Human Development Revisited: A New UNDP Report. *World Development*, 19(10), 1469-1473.
- Ivanova, I., Arcelus, F. J. e Srinivasan, G.** (1998), An Assessment of the Measurement Properties of the Human Development Index. *Social Indicators Research*, 46, 157-179.
- Kelley, A. C.** (1991), The Human Development Index : “Handle with Care.” *Population and Development Review*, 17(2), 315-324.
- Klugman, J., Rodríguez, F. e Choi, H.J.** (2011), The HDI 2010 : New Controversies, Old Critiques. *Journal of Economics Inequality*, 9, 249-288.
- Mcgillivray, M.** (1991), The Human Development Index : Yet Another Redundant Composite Development Indicator? *World Development*, 19(10), 1461-1468.
- Morse, S.** (2003), For Better or for Worse, Till the Human Development Index Do us Part? *Ecological Economics*, 45, 281-296.
- Murray, C. J. L.** (1991), Development Data Constraints and the Human Development Index. *United Nations Research Institute for Social Development*, discussion paper, no 25.
- Nguefack-Tsague, G., Klasen, S. e Zucchini, W.** (2011), On Weighting the Components of the Human Development Index: A Statistical Justification. *Journal of Human Development and Capabilities*, 12(2), 183-202.
- Noorbakhs, F.** (1998), A Modified Human Development Index. *World Development*, 26(3), 517-528.

- Palazzi, P. e Lauri, A.** (1998), The Human Development Index : Suggested Corrections. *Banca Nazionale del Lavoro Quarterly Review*, 205, 193-221.
- Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento**, *Relatório do Desenvolvimento Humano de 2011*. Oxford University Press, New York, 2011.
- Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento**, *Relatório do Desenvolvimento Humano de 2010*. Oxford University Press, New York, 2010.
- Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento**, *Relatório do Desenvolvimento Humano de 1990*. Oxford University Press, New York, 1990.
- Ranis, G., Stewart, F., e Samman, E.** (2006). Human Development: Beyond the Human Development Index. *Journal of Human Development*, 7(3), 323-358.
- Ravallion, M.** (2011), The Human Development Index: A Response to Klugman, Rodríguez and Choi. *Journal of Economic Inequality*, 9, 475-478.
- Roy, B.** *Multicriteria Methodology for Decision Aiding*. Kluwer Academic Publishers, S.l., 1996.
- Sagar, A. D. e Najam, A.** (1998), The Human Development Index : A Critical Review. *Ecological Economics*, 25, 249-264.
- Srinivasan, T. N.** (2012), Human Development : A New Paradigm or Reinvention of the Wheel? *American Economic Review*, 84(2), 238-243.
- Stanton, E. A.** (2007), The Human Development Index: A History. *Political Economy Research Institute*, working paper n. 127, 1-36.
- Tokuyama, C. e Pillarisetti, J. R.** (2009), Measuring and Monitoring Human Welfare : How Credible are the Data in the UNDP 's Human Development Reports? *Journal of Economic and Social Measurement*, 34, 35-50.
- Vincke, P.** *Multicriteria Decision-Aid*. John Wiley & Sons, S.l., 1992.
- Wolff, H., Chong, H. e Auffhammer, M.** (2011), Classification, Detection and Consequences of Data Error: Evidence from the Human Development Index. *The Economic Journal*, 121, 843-870.