

ARQUIVO 5

Reavaliação do Desenvolvimento Humano: o Brasil no Mundo

Wanise Ferreira Romero¹, Mauri Fortes², Wanyr Romero Ferreira³

¹Mestre em Turismo e Meio Ambiente, Professora do Centro Universitário UNA.
Rua Aimorés, 1.451. Bairro Lourdes, Belo Horizonte, MG. CEP: 30.140-071.
E-mail: waniseromero@terra.com.br

²PhD, Professor do Mestrado em Turismo e Meio Ambiente, Centro Universitário UNA.
E-mail:mauri.fortes@terra.com.br

³Dra., Professora do Mestrado em Turismo e Meio Ambiente, Centro Universitário UNA.
E-mail:wanyr@terra.com.br

Resumo

O objetivo deste trabalho é reavaliar e apresentar metodologias que possam ser aplicadas de forma efetiva para analisar o desenvolvimento humano e aspectos socioeconômicos associados a países. O trabalho consistiu em aplicar duas técnicas de Programação Linear, a Análise por Envoltória de Dados (DEA) e a Programação por Objetivos (GP), para analisar a evolução do desenvolvimento humano internacional, no período entre 1998 e 2003. Essas técnicas foram propostas recentemente para avaliar o desenvolvimento humano e constituem opções para o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), como definido pelas Nações Unidas. A partir de correlações estatísticas básicas referentes ao IDH e seus componentes, os índices de Produto Interno Bruto (PIB), de longevidade e de educação como definidos pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), este trabalho recalcula as classificações dos países para os anos de 1998 e 2003. Apresenta-se uma discussão sobre as classificações associadas e a posição do Brasil no contexto mundial.

Palavras-chave: desenvolvimento humano, IDH, DEA, programação por objetivos.

Reassessment of Human Development: Brazil within the World

Abstract

This work aims at reassessing and presenting methodologies that can be effectively applied to analyze human development and associated socio-economical aspects as related to countries. More objectively, this paper shows the application of two linear programming techniques, data envelopment analysis (DEA) and goal programming (GP) to analyze the evolution of the international human development for most of the countries in 1998 and 2003. Non-parametric and objective methodologies, recently proposed for evaluating human development as alternative options to the Human Development Index (HDI), as defined by the United Nation, are reviewed and reevaluated in this work. Starting from basic statistical correlations concerning HDI and its

components, the Gross Domestic Product (GDP), longevity and educational indices as defined by the United Nations Development Program, this work recalculates human development scores for all countries in 1998 and 2003. A discussion on the associated scores and Brazil's position in the world context are presented.

Keywords: *human development, HDI, DEA, goal programming*

Introdução

Desde os anos 50 já existiam críticas ao fato de a renda (ou PIB) per capita ser a única variável usada para medir o desenvolvimento humano de um país. Contudo, apenas nas duas últimas décadas, concluiu-se que indicadores puramente econômicos não refletem o desenvolvimento humano em toda a sua dimensão (DESPOTIS, 2004a-b; MAHLBERG & OBERSTEINER, 2001). Pesquisas recentes trouxeram novas regras de diferenciação para medir os estágios do desenvolvimento humano. Tais regras de diferenciação compreendem um conjunto de indicadores que sintetizam aspectos de bem estar humano e permitem uma avaliação mais abrangente do desenvolvimento humano (MAHLBERG & OBERSTEINER, 2001).

Nesta linha de pensamento, em 1993, o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD introduziu o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), que desde então tem sido publicado anualmente no Relatório de Desenvolvimento Humano (RDH) (PNUD, 2006; DESPOTIS, 2004b; MAHLBERG & OBERSTEINER, 2001; SAGAR & NAJAM, 1998).

O IDH é composto por indicadores socioeconômicos específicos, que refletem as três maiores dimensões do desenvolvimento humano: longevidade, conhecimento formal (educação) e renda (PNUD, 2003; DESPOTIS, 2004b; RANIS et al., 2005; HADDAD, 2004; IVANOVA et al., 1998; UNDP, 2006).

Desde sua criação, o IDH tem sido alvo de críticas pelo fato de seus índices partirem de dados primários (MAHLBERG & OBERSTEINER, 2001; NEUMAYER, 2001; DESPOTIS, 2004b) e pelos métodos de agregação desses dados (SAGAR & NAJAM, 1998; DESPOTIS, 2004b). Para os críticos da escolha dos indicadores, o IDH falha ao medir a real condição de bem-estar humano de um país, pelo fato de seus indicadores não levarem em consideração aspectos importantes do desenvolvimento tais como a situação ambiental, distribuição de renda ou estabilidade política. Outra crítica feita ao IDH diz respeito ao fato de serem atribuídos pesos iguais aos seus três índices componentes (DESPOTIS, 2004b). Esta é uma questão metodológica, para a qual têm sido sugeridas algumas abordagens alternativas de avaliação.

O presente trabalho se alinha com o segundo grupo de críticos, ou seja, aqueles que questionam a metodologia de agregação dos índices componentes, como Mahlberg & Obersteiner (2001) e Despotis (2002, 2004a-b), que utilizaram técnicas tais como Análise por Envoltória de Dados (Data Envelopment Analysis, DEA) e Programação por Objetivos (Goal Programming, GP), como alternativas de cálculo de um índice de desenvolvimento análogo ao IDH. Pretende-se por meio desta técnica obter pesos apropriados para os índices, em substituição ao IDH.

A DEA é uma técnica oriunda da programação linear que visa avaliar a eficiência relativa de

unidades tomadoras de decisão (Decision Making Units ou DMU) e o GP visa otimizar problemas com muitos objetivos (RAGSDALE, 2004; CHARNES et al., 1978; COOPER et al., 2000). A técnica mais usada, a DEA efetua uma avaliação pela comparação entre DMUs que realizam tarefas semelhantes com diferentes quantidades de insumos (entradas) e de bens produzidos (saídas). A eficiência de uma unidade é definida como sendo a soma dos pesos ponderados das saídas, dividida pela soma dos pesos ponderados das entradas, e é medida em relação a uma fronteira. Esta fronteira é definida pela pontuação das unidades consideradas como 100% eficientes, dentro do universo pesquisado. Basicamente, a DEA provê uma classificação categórica das unidades em eficientes e ineficientes ao permitir retornos de escala tanto constantes (CHARNES et al., 1978) quanto variáveis (BANKER et al., 1984, apud DESPOTIS, 2004) para as entradas e saídas.

Devido à interação com outras disciplinas, tais como a economia e a estatística, já existe vasta literatura sobre DEA cobrindo sua aplicação em várias áreas. Assim, a técnica DEA tem sido usada para medir o desempenho de unidades de decisão e seu uso se expandiu a muitas áreas de aplicação que incluem, dentre outras:

- abordagem do índice de qualidade de vida de crianças em função do desenvolvimento de países (RAAB et al., 2000);
- avaliação de desenvolvimento humano (MAHLBERG & OBERSTEINER, 2001; DESPOTIS, 2004a; DESPOTIS, 2004b; SAGAR & NAJAM, 1998);
- avaliação da efetividade de políticas públicas de desenvolvimento em infra-estrutura (KARKAZIS & THANASSOULIS, 1998);
- desenvolvimento sustentável de países (CHERCHYE & KUOSMANEN, 2004);
- agricultura, setor público e serviços (VIVERITA & ARIFF, 2004; RAJA, 2004);
- análise dos fatores de qualidade dos serviços de bancos (CASU & GIRARDONE, 2004; PAVLYUK & BALASH, 2004);
- eficiência na área de saúde (KONTODIMOPOULOS & NIAKAS, 2004; STAAT, 2004).
- avaliação da eficiência em programas estatais de publicidade em turismo e a identificação de parceiros ótimos de comparação (WÖBER & FASENMAIER, 2004);
- análise da eficiência do gerenciamento turístico de municípios (BOSETTI et al., 2004);
- formulação de estratégias de benchmarking e de marketing em turismo (FUCHS & ZACH, 2004; CHANDRA & MENEZES, 2001);

No Brasil, também já existem trabalhos utilizando a DEA, aplicados, entre outras, às seguintes áreas: análise de demonstrações contábeis (KASSAI, 2002); eficiência de escolas públicas (MOITA, 1995); metodologia de premiação em olimpíadas (GOMES et al., 2001); planejamento na indústria de transformação (DE NEGRI, 2003); engenharia de produção – apoio à tomada de

decisão (MOREIRA, 1998; LINS et al., 2004; MELLO & GOMES, 2004); determinação de eficiências na agricultura (GOMES et al., 2005); determinação de eficiência na produtividade em fazendas (HELFAND, 2003).

Não se encontraram, na literatura investigada, trabalhos que envolvam o uso das técnicas DEA e/ou GP para quantificar a evolução temporal do desenvolvimento humano mundial. Assim, o objetivo geral deste trabalho consistiu em aplicar a Programação Linear, via DEA e GP para analisar a evolução do desenvolvimento humano internacional, no período entre 1998 e 2003.

Mais especificamente, utilizar-se-ão três técnicas diferentes de DEA / GP, disponíveis na literatura, para analisar o comportamento temporal da eficiência de desenvolvimento humano de países representativos em escala mundial e comparar com os dados de IDH da ONU; simultaneamente, analisar os índices que têm causado as flutuações no IDH.

Revisão Bibliográfica

Segundo DESPOTIS (2004a-b), para medir o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de um país, tradicionalmente se usava como indicador o PIB per capita. O PIB mede o total de bens e serviços finais produzidos num país, estado ou município por residentes e não residentes, sem descontar rendas eventualmente enviadas ao exterior e sem considerar aquelas recebidas do exterior, daí o qualificativo "interno" (ECONOMIANET, 2006). O indicador PIB per capita tem pouco poder preditivo, já que mede somente o sucesso presente e não a probabilidade de aumento do bem estar humano em longo prazo, o que pode depender da capacidade da sociedade de se adaptar a novos ambientes (BROOKFIELD, 2001).

Nas últimas duas décadas, com o progresso humano e a evolução das condições de vida das pessoas, concluiu-se que são necessários mais que indicadores puramente econômicos para explicar toda a dimensão do desenvolvimento humano.

Desde 1990, as descrições de possíveis usos do conceito de IDH incluem (RAWORTH & STEWART, 2005):

- questionamento do PIB como medida e meta do desenvolvimento;
- auxílio ao planejamento do gasto público;
- avaliação do impacto de políticas;
- avaliação de bem estar humano de uma nação;
- análise de estratégias alternativas de desenvolvimento e
- direcionamento de concessões de ajuda internacional.

Os dados do IDH provêm de agências internacionais de estatística que, geralmente, garantem que eles são globalmente comparáveis e de qualidade razoável (UNDP, 2006; IBGE, 2006). Entretanto, muitas séries internacionais não se encontram disponíveis para todos os países para

os quais se calcula atualmente o IDH. Tal fato dificulta seriamente a mensuração do desenvolvimento humano, tanto por meio do IDH quanto por meio de outros indicadores (RAWORTH & STEWART, 2005).

Limitações do IDH

O IDH foi desenvolvido pelo economista Mahbud ul Haq, em 1990. Desde então houve muita discussão sobre este índice e efetuaram-se muitas sugestões acerca de possíveis melhorias no processo de avaliação do mesmo (DESAI, 1991; HOPKINS, 1991; LIND, 1992; MCGILLIVRAY, 1991; PYATT, 1991; RAO, 1991).

Na literatura investigada, há duas correntes de críticas ao IDH:

- A primeira diz respeito à escolha dos indicadores usados no cálculo do IDH. Esta crítica tem por base o fato que o IDH falha em medir a real condição de vida em um país por não levar em consideração importantes aspectos do desenvolvimento, tais como a situação ambiental, a distribuição de renda ou a estabilidade política. Como consequência, o resultado pode conduzir a avaliações inadequadas do status do desenvolvimento ou das tendências de desenvolvimento (MAHLBERG & OBERSTEINER, 2001).
- Dentro da mesma linha, em outra crítica, Dasgupta (2001) apud Mahlberg & Obersteiner (2001) afirma que a "base produtiva de um país" (ou seja, sua reserva de capital físico, tais como o capital natural de sol, florestas e biodiversidade) é omitida no cálculo do IDH. Se a base produtiva fosse levada em consideração, a avaliação de desenvolvimento seria completamente diferente.
- A segunda corrente critica o esquema de ponderação usado no cálculo do IDH, que atribui pesos iguais aos seus três índices componentes: índice de expectativa de vida, índice do nível de educação e índice ajustado do PIB.

Surgiu, então, a possibilidade de se tentarem novos avanços na metodologia do cálculo do IDH ou algum outro índice análogo.

Em seus trabalhos, Mahlberg & Obersteiner (2001) e Despotis (2004a-b) se propuseram a aperfeiçoar a metodologia associada ao IDH por meio de uma técnica de otimização independente de julgamento subjetivo de índices. Estes autores reconheceram o esforço feito para reduzir a complexidade de medir o desenvolvimento humano com o uso de três indicadores - longevidade, educação e renda per capita. Entretanto, sentiram a necessidade de adicionar algum valor à medição do IDH para aperfeiçoar o cálculo do índice, dado um grupo pré-selecionado de indicadores.

O procedimento comumente usado para o cálculo do IDH implicitamente presume que os países sejam classificados em escala decrescente linear, de acordo com o desempenho de seus três indicadores, igualmente ponderados. Mahlberg & Obersteiner (2001) e Despotis (2004a-b) não concordam com esta classificação. Assim, partem do princípio que o desenvolvimento humano dos diferentes países deveria:

- ser comparado por meio de um modelo não linear e de informação empírica sobre países de melhores práticas e
- os pesos dos indicadores deveriam originar diretamente do próprio conjunto de dados e variar nesse conjunto, permitindo heterogeneidade.

Materiais e Métodos

Cálculo do IDH

O IDH é composto por indicadores socioeconômicos específicos, que são combinados para refletir as três maiores dimensões do desenvolvimento humano (UNDP, 2006; SAGAR & NAJAM, 1998; DESPOTIS, 2004a-b; MAHLBERG & OBERSTEINER, 2001):

- Longevidade, que também reflete, entre outras coisas, as condições de saúde da população, é medida pela expectativa de vida ao nascer;
- Nível de educação, medido pela combinação da taxa de alfabetização de adultos (com peso 2/3) com a taxa bruta combinada de matrícula nos níveis de ensino fundamental, médio e superior (com peso 1/3);
- Padrão de vida, medido pelo poder de compra da população, baseado no PIB per capita ajustado ao custo de vida local para torná-lo comparável entre países e regiões, por meio da metodologia conhecida como paridade do poder de compra (PPC US\$).

A metodologia de cálculo do IDH envolve a transformação destas três dimensões em índices de longevidade, educação e renda. Estes índices variam entre 0 (pior) e 1 (melhor), e a combinação deles resulta em um indicador síntese. Quanto mais próximo de 1 estiver o valor deste indicador, maior será o nível de desenvolvimento humano do país ou região (UNDP, 2006; FAVEIRO & ZMITROWICZ, 2005).

Os valores de mínimo e máximo para cada um dos indicadores encontram-se na Tabela 1 (HDR, 1999; UNDP, 1996; MAHLBERG & OBERSTEINER, 2001; DESPOTIS, 2004a-b).

Tabela 1. Parâmetros para cálculo dos índices do IDH

Índice	Parâmetros	
	Mínimo	Máximo
Expectativa de vida ao nascer	25 anos	85 anos
Taxa de alfabetização adulta	0%	100%
Relação da matrícula bruta combinada	0%	100%
PIB real per capita	US\$100	US\$40.000

Fonte: Adaptado de Despotis (2004b).

Para quaisquer componentes do IDH, podem ser computados índices individuais de acordo com a fórmula geral:

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

Se, por exemplo, a expectativa de vida ao nascer em um país for de 75 anos, o índice de expectativa de vida para este país deverá ser:

$$\text{Índice de expectativa de vida} = \frac{75 - 25}{85 - 25} = \frac{50}{60} = 0,833 \quad (2)$$

Os mesmos critérios são utilizados para o cálculo do índice de alfabetização adulta e do índice da taxa combinada bruta de matrícula no primeiro, segundo e terceiro graus. Para o cálculo do índice de educação somam-se estes dois índices, atribuindo peso 2 à alfabetização adulta e peso 1 à taxa bruta combinada de matrículas.

Para construir o índice de renda, a seguinte transformação não linear é aplicada ao PIB per capita:

$$\text{Índice de renda} = \frac{\log(\text{PIB per capita real do país}) - \log(\text{valor mínimo fixado})}{\log(\text{valor máximo fixado}) - \log(\text{valor mínimo fixado})} \quad (3)$$

O argumento para o ajuste acima no índice de renda é que a conquista de um nível decente de vida não requer renda ilimitada (UNDP, 2006). A construção do IDH a partir de seus componentes é sintetizada no Quadro 1.

Quadro 1. Composição do IDH

Dimensões do desenvolvimento humano	Indicadores e dados disponíveis	Índices componentes	Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)
Longevidade	Expectativa de vida ao nascer (EVN)	Índice de Expectativa de Vida (IEV) $IEV = \frac{EVN - 25}{85 - 25}$	$IDH = \frac{IEV + INE + IPIB}{3}$
Nível educacional	Taxa de alfabetização adulta (TAA)	Índice de Nível de Educação (INE) $INE = \frac{2}{3} \frac{TAA}{100} + \frac{1}{3} \frac{MBC}{100}$	
	Razão de matrícula bruta combinada (MBC)		
Padrão de vida	PIB per capita (PPP US\$)	Índice Ajustado do PIB (IPIB) $IPIB = \frac{\log(\text{PIBpercapita}) - \log(100)}{\log(40.000) - \log(100)}$	

Fonte: Adaptado de Despotis (2004b).

O IDH é uma média simples do índice de expectativa de vida, índice de educação alcançável e PIB per capita real ajustado (PPP\$), e então deriva da divisão da soma destes três indicadores por três. O Quadro 2 apresenta a classificação dos países segundo o valor de seu IDH.

Quadro 2 Classificação do desenvolvimento de um País segundo o IDH.

1) Baixo desenvolvimento humano:	IDH entre 0 e 0,499
2) Médio desenvolvimento humano:	IDH entre 0,500 e 0,799
3) Alto desenvolvimento humano:	IDH igual ou maior que 0,800

Fonte: PNUD (2003)

A técnica de Análise por Envoltória de Dados - DEA

A análise por envoltória de dados (Data Envelopment Analysis), DEA, é uma aplicação da programação linear (PL) tipicamente aplicada para diferenciar eficiências de entidades semelhantes que têm o mesmo objetivo. As principais características da DEA são:

- **Soluções relativas:** A DEA permite determinar quão eficientemente uma unidade operacional ou empresa converte entradas em saídas comparativamente a outras unidades operacionais. Desta forma, a DEA permite obter soluções ótimas relativas às unidades individuais ao invés de presumir, como em regressão otimizada, que se pode obter uma solução ótima para cada unidade. Assim, a DEA tem sido amplamente usada em problemas para os quais se desejam soluções sobre os níveis ótimos de entrada e de saída e suas características (FAO, 1990; WÖBER & FASENMAIER, 2004).
- **Método não paramétrico:** A DEA é uma técnica de programação matemática, não paramétrica (isto é, não estatística). Uma abordagem estatística típica se caracteriza como uma abordagem de tendência central e avalia unidades produtivas em relação a uma média. A DEA, ao contrário, é um método de ponto extremo e compara cada unidade produtiva somente com as "melhores" unidades. Por isto, na literatura de DEA, uma unidade produtiva geralmente é identificada como uma unidade tomadora de decisão (DMU).
- **Orientação para as entradas (fontes, inputs) ou saídas (outputs):** Há duas orientações fundamentais da abordagem via DEA para avaliar a eficiência técnica e econômica e utilização das fontes (inputs) (FAO, 1990). A DEA pode ser orientada pelas entradas e pelas saídas. A DEA orientada pelas entradas tem por objetivo minimizar as entradas para objetivos desejados de saída. A DEA orientada para saídas considera a otimização (maximização) das saídas para níveis dados de entradas. Assim, uma entidade que consome menos recursos, mas que produz mais, é considerada a mais eficiente.

Modelagem usando a DEA

Segundo a DEA, a eficiência de cada unidade (i) é definida como (RAGSDALE, 2004):

$$\text{Eficiência da unidade } i = \frac{\text{soma das saídas ponderadas das unidades } i}{\text{soma das entradas ponderadas das unidades } i} = \frac{\sum_{j=1}^{n_0} O_{ij} w_j}{\sum_{j=1}^{n_1} I_{ij} v_j} \quad (4)$$

em que,

O_{ij} representa o valor da unidade i na saída j ,

I_{ij} representa o valor da unidade i na entrada j ,

w_j representa um peso não negativo atribuído à saída j ,

v_j representa um peso não negativo atribuído à entrada j ,

n_o é o número de variáveis de saída e

n_l é o número de variáveis de entrada.

O objetivo da DEA é determinar os valores para os pesos w_j e v_j , que são as variáveis de decisão no problema. A DEA consiste de um conjunto de problemas de PL (Programação Linear) que visa a maximização da soma das saídas ponderadas de cada unidade. Assim, para uma unidade arbitrária (i) o objetivo é definido como sendo:

$$\text{MAX: } \sum_{j=1}^{n_o} O_{ij} w_j \quad (5)$$

Assim, à medida que cada problema de LP é resolvido, a unidade sob investigação está possibilitando selecionar os melhores pesos possíveis para si mesma (ou pesos que maximizem a soma ponderada de sua saída), obedecendo às restrições apresentadas a seguir.

Toda e qualquer unidade deve ter eficiência igual ou menor que 100%. Assim, para cada unidade individual exige-se que a soma das saídas ponderadas da unidade seja menor ou igual à soma das entradas ponderadas, ou, equivalentemente, que a razão entre as saídas ponderadas e as entradas ponderadas seja inferior a 100%.

$$\sum_{j=1}^{n_o} O_{kj} w_j \leq \sum_{j=1}^{n_l} I_{kj} v_j, \text{ para } k \text{ variando de } 1 \text{ ao número de unidades} \quad (6)$$

Ou, equivalentemente:

$$\sum_{j=1}^{n_o} O_{kj} w_j - \sum_{j=1}^{n_l} I_{kj} v_j \leq 0, \text{ para } k \text{ variando de } 1 \text{ ao número de unidades} \quad (7)$$

Para evitar soluções ilimitadas exige-se, também, que a soma das entradas ponderadas da unidade investigada (unidade i) seja igual a um.

$$\sum_{j=1}^{n_l} I_{ij} v_j = 1 \quad (8)$$

Como a soma das entradas ponderadas da unidade investigada tem que ser igual a um e a soma das saídas ponderadas (sendo maximizada) não pode ultrapassar este valor, a pontuação máxima para a unidade investigada é também um (ou 100%). Assim, unidades eficientes são as unidades que obtiverem uma pontuação de 100% (RAGSDALE, 2004).

É importante salientar que, quando se aplica a DEA, supõe-se que para variáveis de saída "mais é melhor" e para variáveis de entrada "menos é melhor". Qualquer variável de entrada ou de saída que não se conforme a estas regras pode ser transformada antes de se aplicar a DEA.

Por exemplo, um *índice de exclusão social* não é uma boa escolha para uma saída, porque *exclusão social* não pode ser considerada algo desejável. Porém, um *índice de inserção social* pode ser uma escolha aceitável para uma saída, desde que "maior seja melhor", como neste caso.

Goal Programming (Programação por objetivo) e Multiple Objective Optimization (Otimização de Objetivos Múltiplos)

As técnicas de Goal Programming (GP) são, essencialmente, aplicações da Programação linear. De acordo com Ragsdale (2004):

- A programação por objetivo, GP, envolve resolver problemas contendo não apenas uma função objetivo, mas um conjunto de objetivos que se deseja alcançar.
- A otimização de objetivos múltiplos, MOLP, envolve resolver problemas contendo não apenas uma função objetivo, mas um conjunto de funções objetivo.
- Ambas as técnicas requerem um procedimento de soluções iterativas; o tomador de decisão analisa várias soluções para decidir qual é a mais satisfatória. Assim, diferentemente da Programação Linear clássica, não se pode formular um problema de GP ou MOLP e resolvê-lo para obter uma solução ótima. Nesse caso, há que se resolverem variações do problema antes de se decidir por uma solução aceitável.

Goal Programming – Programação por objetivos

Os problemas de programação linear envolvem **restrições rígidas** que não podem ser violadas, do tipo: "há 1.566 horas de trabalho disponíveis para executar um serviço", ou "há R\$ 1.000.000,00 disponíveis para o projeto". Em alguns casos, restrições rígidas são muito restritivas. Assim, muitas vezes, por exemplo, tem-se um preço máximo em mente para comprar um carro (essa é a "meta" ou preço alvo). Se não for possível comprar um carro desejado por esse preço, é muito provável que se possa conseguir um pouco mais de dinheiro para comprá-lo. Usam-se, então, **restrições suaves** para representar tais metas ou objetivos que se quer alcançar.

Assim, tipicamente, as restrições dos objetivos tomam a forma mostrada na Figura 1. Nesta figura, os valores de d_i referem-se às **variáveis de desvio**. Ainda nessa figura, o **desvio para menos**, d_i^- , é chamado de **sub-realização do valor alvo**.

$$f(x) + d_i^- - d_i^+ = t_i \quad (8)$$

Figura 1. Restrições de objetivos em GP

As **funções-objetivo** em GP tomam a forma:

$$\text{Minimizar a soma dos desvios: } \sum_i (d_i^- + d_i^+) \quad (9)$$

$$\text{Minimizar a soma dos desvios relativos: } \sum_i \frac{(d_i^- + d_i^+)}{t_i} \quad (10)$$

$$\text{Minimizar a soma ponderada dos desvios: } \sum_i (w_i^- d_i^- + w_i^+ d_i^+) \quad (11)$$

$$\text{Minimizar a soma ponderada dos desvios relativos: } \sum_i \frac{(w_i^- d_i^- + w_i^+ d_i^+)}{t_i} \quad (12)$$

Nesta última equação, t_i refere-se ao i -ésimo valor alvo t (target value). As ponderações podem tomar o valor arbitrado pelo tomador de decisão. Um valor alto de ponderação w faz com que a variável tenha um desvio pequeno ou próximo de zero. Também, um alto valor da ponderação faz com que uma restrição deixe de ser suave para tornar-se mais rígida.

Assim, em GP devem-se considerar os seguintes pontos:

- Deve-se fazer compensações (trade-offs) entre os objetivos até que se encontre a solução mais satisfatória.
- Os valores da função objetivo não podem ser comparados em termo dos diferentes conjuntos de pesos; - devem-se comparar as soluções!
- Um peso arbitrariamente elevado mudará, efetivamente, uma restrição suave numa restrição rígida.
- Restrições rígidas podem ser colocadas sob a forma de variáveis de desvio.

Caso particular da GP: - A função-objetivo MINIMAX

Quando se deseja minimizar o desvio máximo que qualquer objetivo pode ter, utiliza-se a função-objetivo MINIMAX. Para implementar o objetivo MINIMAX, sendo M a variável MINIMAX, devem-se criar restrições para cada variável de desvio, na forma:

$$d_1^- \leq M; \quad d_1^+ \leq M; \quad d_2^- \leq M; \quad d_{21}^+ \leq M; \text{ etc.}$$

O objetivo consiste em minimizar o valor de M .

Modelagem do desenvolvimento humano via DEA – Os modelos de Mahlberg & Obersteiner (2001) e Despotis (2004a-b)

De acordo com Despotis (2004a-b), Mahlberg & Obersteiner (2001) introduziram a idéia de usar a abordagem da DEA para avaliar a importância relativa dos países em termos de desenvolvimento humano.

O modelo de **Mahlberg & Obersteiner (2001)** é um modelo de DEA orientado para a entrada, com a suposição de retorno de escala constante. Por esse modelo:

- utilizam-se quatro indicadores: Expectativa de vida no nascimento (EVN), Taxa de alfabetização de adultos (TAA), Razão de matrícula bruta combinada (MBC) e Índice Ajustado do PIB (IPIB).
- todos os indicadores individuais são considerados como saídas e considera-se, também, uma entrada boba (muda, dummy) igual a 1 para todos os países. Além deste fato, há a restrição de a soma dos pesos ser igual a 1.

O modelo DEA de **Despotis (2004a-b)**, orientado para a saída, tem por base o modelo de Mahlberg & Obersteiner (2001), com a suposição de retorno de escala constante. Por esse modelo:

- utilizam-se três indicadores: IEV, INE e IPIB.
- todos os indicadores individuais são considerados como saídas e considera-se, também, uma entrada boba (dummy) igual a 1 para todos os países. Além deste fato, há a restrição de a soma dos pesos ser igual a 1.

O modelo de DEA tem por função objetivo:

$$\text{Maximizar } h_{j_0} = w_{IEV} IEV_{j_0} + w_{INE} INE_{j_0} + w_{IPIB} IPIB_{j_0} \quad (13)$$

As restrições são:

$$1. \quad w_{IEV} IEV_j + w_{INE} INE_j + w_{IPIB} IPIB_j \leq 1, \quad j \in C \quad (14)$$

$$2. \quad w_{IEV}, w_{INE}, w_{IPIB} \geq \varepsilon \quad (15)$$

Nas expressões acima C é o conjunto de países sob estudo, $j \in C$ quer dizer qualquer membro do conjunto pertencente a C e j_0 é o país sob avaliação. Os pesos w_{IEV} , w_{INE} , w_{IPIB} referem-se aos pesos desconhecidos relativos aos índices IEV, INE e IPIB. Por ocasião da solução, esses pesos são estimados de forma a maximizar a soma ponderada dos três componentes ou índices, para cada país, a cada vez. A soma ponderada dos índices componentes é forçada a ser menor ou igual a um para todos os países. O infinitesimal ε garante que nenhum dos pesos tomará um valor zero.

Seja h_j^0 o valor ótimo da função objetivo quando o modelo é resolvido para o país j . De acordo com a definição de IDH, o valor de h_j^0 deve se situar no intervalo $[0,1]$. Países que alcançam uma pontuação de $h_j^0 = 1$ estão em correspondência com o que se chama, na terminologia da DEA, "unidades eficientes". Por outro lado, se $h_j^0 < 1$, o país j poderia ser chamado de "ineficiente". Considerando que não há entradas, não há como converter entradas em saídas e, conseqüentemente, não faz sentido falar em eficiência. Uma vez que h_j^0 tem por base saídas

positivas no sentido de maximização, países que são dominados em todos os aspectos por pelo menos um outro país são classificados como "ineficientes".

Diferentemente do IDH, a abordagem via DEA para avaliação de desenvolvimento humano é uma medida relativa. Cada país é comparado com os países de melhores práticas quando a DEA avalia seu desempenho composto em termos dos indicadores de desenvolvimento humano. Os pesos que cada país seleciona durante o processo de otimização para agregar os indicadores individuais estão a favor do país em avaliação. Portanto, países que alcançam um h_j^0 baixo indubitavelmente mostram baixo desempenho em IDH, apesar do esquema de ponderação usado para agregar os indicadores de desenvolvimento.

Deve-se notar que, via DEA, cada país tem seu conjunto de pesos usados para estimar sua pontuação ideal. Este método de ponderação difere da metodologia de cálculo de IDH que presume um conjunto fixo de pesos iguais para os três indicadores.

O modelo de Goal Programming de Despotis (2004a-b), que é essencialmente um modelo DEA, pode ser expresso por meio da função objetivo:

$$\text{Minimizar } IGP \text{ ou } IMM = t \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n d_j + (1-t)M \quad (16)$$

Com as restrições:

$$1. w_{IEV} IEV_j + w_{INE} INE_j + w_{IPIB} IPIB_j + d_j \leq 1, \quad j \in C \quad (17)$$

$$2. d_j - M \leq 0, \quad j \in C \quad (18)$$

$$3. w_{IEV}, w_{INE}, w_{IPIB} \geq \varepsilon \quad (19)$$

$$4. M \geq 0, d_j \geq 0, \quad j \in C \quad (20)$$

Utilizam-se duas normas diferentes para medir a distância entre as pontuações de DEA e as pontuações globais, que devem ser estimadas:

- Ao se fazer $t = 1$, tem-se apenas o primeiro termo da função objetivo, que representa, então, o desvio médio (norma L_1) entre as pontuações da DEA e as pontuações de eficiência global ajustadas para todos os países; neste caso, designa-se a função objetivo (eq.16) por IGP (Índice de goal programming).
- Ao se fazer $t = 0$, tem-se um problema MiniMax, com um desvio máximo M (norma L_∞) entre as pontuações de eficiência e a eficiência máxima (100%). Obtêm-se, assim, pontuações de eficiência global ajustadas para todos os países; neste caso, designa-se a função objetivo (eq.16) por IMM (Índice de MiniMax).

O modelo de Paradigma de Transformação para avaliar o desenvolvimento humano de Despotis (2004a-b), que é essencialmente um modelo DEA, com retorno de escala variável, pode ser expresso por meio da função objetivo:

$$\text{Maximizar } IDEAT_0 = w_{IEV} IEV_0 + w_{INE} INE_0 - u_0 \quad (21)$$

Com as restrições:

$$1. w_{IPIB} IPIB_{j0} = 1, \quad j \in C \quad (22)$$

$$2. w_{IEV} IEV_j + w_{INE} INE_j - w_{IPIB} IPIB_j - u_0 \leq 1, \quad j \in C \quad (23)$$

$$3. w_{IEV}, w_{INE}, w_{IPIB} \geq \varepsilon \quad \text{e } u_0 \text{ livre, quanto ao sinal} \quad (24)$$

Por este modelo, maximiza-se, para uma dada DMU (neste caso, um dado país) o IDEAT, cujo valor máximo é um (100%). Assim, ao se ter uma eficiência relativa máxima (100%) de conversão de todo o IPIB em bem-estar (IEV e INE), o IDEAT do País torna-se 1 e $u_0 = 0$. Em outras palavras, o IDEAT mede a habilidade de um país converter seu PIB em saúde e educação.

Os dados de IDH

Os dados de IDH do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento relativos a países e grandes regiões, encontram-se nos Relatórios de Desenvolvimento Humano (HDR, 2000, 2002,...), publicados anualmente (UNDP, 2006).

Resultados e Discussão

Para a análise temporal usaram-se os dados de IDH dos anos 1998 a 2003, fornecidos, respectivamente, pelos HDR de 2000 a 2005. O número de países não era constante nos relatórios, mas variava de 162 (em 1999) a 177 (em 2002 e 2003). Assim, optou-se por analisar os dados referentes a 162 países comuns a todos os relatórios, de modo a se terem dados de comparação entre os anos.

Análise de regressão dos dados básicos de IDH

Efetuiu-se uma análise de regressão com os dados de IDH de 2003, dos 162 países, com o objetivo de verificar as correlações entre as variáveis que compõem o IDH. Os resultados são apresentados nas Figuras 2-7.

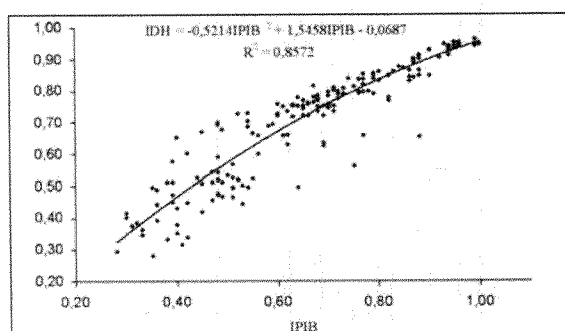


Figura 2. Efeito do IPIB sobre o IDH

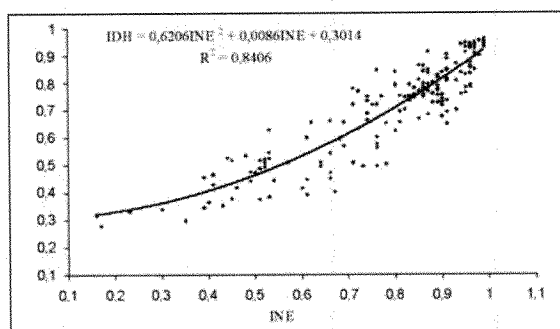


Figura 3. Efeito do INE sobre o IDH

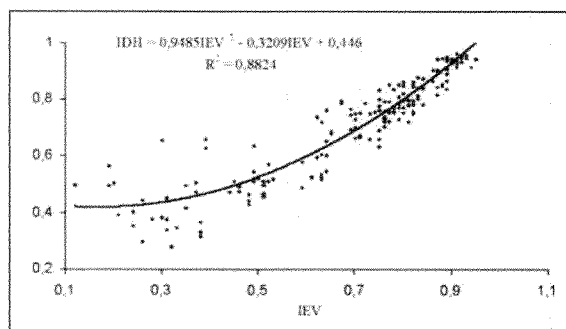


Figura 4. Efeito do IEV sobre o IDH

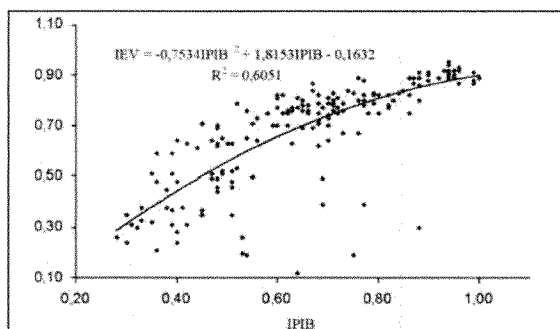


Figura 5. Efeito do IPIB sobre o IEV

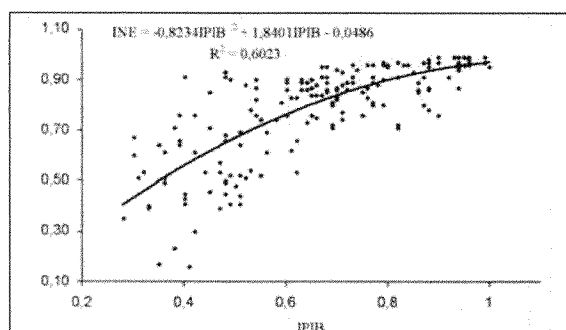


Figura 6. Efeito do IPIB sobre o INE

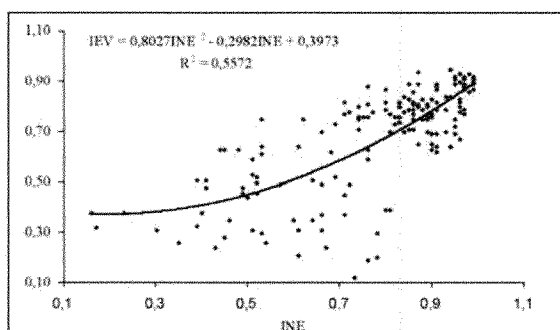


Figura 7. Efeito do INE sobre o IEV

As Figuras 2-7 permitem inferir que:

1. Os valores do *coeficiente de determinação* R^2 iguais a 85,72%, 84,06% e 88,24% indicam as proporções respectivas das variações do IPIB, do INE e do IEV que são explicadas pelas variações do IDH (Figuras 2, 3 e 4). Assim, pode-se concluir que o IDH depende, com ponderação aproximadamente igual, dos três parâmetros; este fato era de se esperar, dado a ponderação de 1/3 para cada um dos índices; entretanto, o alto nível do R^2 mostra que existe correlação entre as variáveis independentes.
2. Países com maior IPIB apresentam altos IEV e INE; países de média e baixa renda apresentam grandes oscilações no que concerne ao efeito do IPIB sobre o IEV e INE (Figuras 5 e 6).
3. Semelhantemente, países de melhor nível educacional tendem a ter uma população com maior longevidade (Figura 7), apesar de grandes oscilações e baixo coeficiente de correlação R^2 (= 55,72%).

Os dados referentes às Figuras 2 a 7 são complexos, pois, além de grande oscilação de valores de qualidade de vida, principalmente no caso dos países menos desenvolvidos, mostram que há muitos países que fogem da linha determinística: quanto menor o IPIB, menor a qualidade de vida. Os dados mostram, também, a necessidade de se desenvolverem outros métodos de avaliação de desenvolvimento humano ou de correlação entre IDH, IPIB, INE e IEV.

Análise temporal

Tendo por base dados da UNDP (2006), referentes aos anos 1998 e 2003, obtiveram-se as Tabelas 3 e 4. Os resultados estão assim dispostos: na coluna 1 encontra-se a classificação dos países de acordo com o IDH; nas colunas 2 e 3 estão, respectivamente, o país e seu IDH; nas colunas 4 e 5 estão, respectivamente, o país e seu índice de DEA (IDEA); nas colunas 6 e 7 estão, respectivamente, o país e seu índice de DEA Transformado (IDEAT); nas colunas 8 e 9 estão, respectivamente, o país e seu índice de Goal Programming (IGP) e, finalmente, nas colunas 10 e 11 estão, respectivamente, o país e índice de MiniMax (IMM). Os resultados apresentados nas Tabela 3 e 4 permitem a seguinte análise:

1. Colunas 4 e 5: A técnica DEA considera a eficiência de um país igual a 1 (100%) quando este país tiver o maior PIB, ou IEV ou INE ou uma combinação ótima desses índices. Dessa forma, em 1998, Luxemburgo entra no rol dos países com índice de DEA, IDEA, igual a 100% pelo seu alto IPIB. Todos os países que constam como eficientes na coluna 5, apresentam ótimo desempenho em relação aos outros países, independentemente de critério arbitrário de escolha de ponderações. Em 2003, praticamente todos os países com IDEA igual a 1 são os mesmos com a máxima pontuação em 1998.
2. Colunas 6 e 7: O IDEAT (índice da DEA transformado) leva a um índice que mede a eficiência de uso do IPIB, no sentido de melhorar as condições de saúde, IEV, e de educação, INE. Interessantemente, em 1998, a Serra Leoa entra no rol dos países altamente eficientes. A Serra Leoa possui o menor IDH, 0,252, dentre todos os 162 países considerados; entretanto, possivelmente, seu baixíssimo IPIB está sendo usado de forma eficiente para tentar promover o bem-estar da população, em comparação com outros países de maior IDH. Dignas de nota são, por motivo similar, as eficiências de Armênia, Iêmen, Geórgia, Jamaica, Tanzânia, Malawi, Tajiquistão e Costa Rica que obtiveram IDEAT de 100%, dado o fato que elas se classificaram, respectivamente nas seguintes posições e valores de IDH (este último, entre parênteses): 85 (0,721), 136 (0,448), 64 (0,762), 76 (0,735), 144 (0,415), 151 (0,385), 102(0,663) e 46 (0,797). Em 2003, os mesmos países de baixo IDH encontram-se na lista dos que possuem alto IDEAT, com explicação idêntica; outros países de baixo IDH alinham-se aos anteriores. Deve-se mencionar o alto desempenho quanto ao IDEAT do Chile, em 2003. Deve-se mencionar, também, que países altamente desenvolvidos usam parte substancial do PIB promovendo o bem-estar por meio de padrões sofisticados de vida: carros, seguros, viagens, investimentos, etc.; portanto, dado o seu alto grau de desenvolvimento, o IDEAT desses países não reflete aumento de IEV e INE.
3. Colunas 8 a 11: De acordo com as equações 16 a 20, o IGP (Índice de Goal Programming ou programação por objetivo) leva a uma minimização global da média do desvio da soma ponderada $w_{IEV}IEV_j + w_{INE}INE_j + w_{IPIB}IPIB_j$ em relação ao valor ótimo (100%). Leva, portanto, a um conjunto de pesos que não são subjetivos, como o atualmente adotado para o cálculo do IDH. Semelhantemente, de acordo com as mesmas equações, o IMM (índice de MiniMax) leva a uma minimização do máximo desvio observado da soma ponderada de todos os países em relação ao índice de 100%, de forma não subjetiva. Embora haja deslocamento de classificação por estes índices em relação à classificação pelo IDH, praticamente todos os países classificados entre os vinte primeiros (IDH maior

que 0,9) permanecem na lista. Poder-se-ia utilizar uma ponderação para t diferente entre 0 e 1, mas, pelos dados observados, não haveria novidades nas conclusões. Há, também, uma modificação apreciável nos países de baixo IDH, sem que esta modificação afete substancialmente a sua posição em relação à posição no IDH, isto é, a um baixo IGP ou IMM corresponde um baixo IDH.

Tabela 3. Dados selecionados de índices obtidos por diferentes técnicas – Dados de 1998

Clas.*	Países	IDH	Países	IDEA	Países	IDEAT	Países	IGP	Países	IMM
1	Canadá	0,935	Suécia	1,000	Reino Unido	1,000	Canadá	1,000	EUA	1,000
2	Noruega	0,934	Luxemburgo	1,000	Armênia	1,000	Suécia	1,000	Noruega	0,991
3	EUA	0,929	Bélgica	1,000	Serra Leoa	1,000	Austrália	0,999	Canadá	0,982
4	Austrália	0,929	EUA	1,000	Iêmen	1,000	Bélgica	0,995	Luxemburgo	0,982
5	Islândia	0,927	Canadá	1,000	Geórgia	1,000	Reino Unido	0,995	Bélgica	0,981
6	Suécia	0,926	Noruega	1,000	Canadá	1,000	Finlândia	0,994	Austrália	0,977
7	Bélgica	0,925	Austrália	1,000	Jamaica	1,000	Países Baixos	0,994	Dinamarca	0,977
8	Países Baixos	0,925	Islândia	1,000	Tanzania	1,000	Noruega	0,990	Islândia	0,975
9	Japão	0,924	Japão	1,000	Suécia	1,000	Nova Zelândia	0,984	Países Baixos	0,974
10	Reino Unido	0,918	Reino Unido	1,000	Malauí	1,000	França	0,978	Finlândia	0,969
11	Finlândia	0,917	Finlândia	1,000	Tajiquistão	1,000	EUA	0,977	Suécia	0,968
12	França	0,917	Suíça	0,996	Costa Rica	1,000	Espanha	0,974	Reino Unido	0,966
13	Suíça	0,915	Países Baixos	0,996	Japão	1,000	Dinamarca	0,971	Suíça	0,965
14	Alemanha	0,911	Nova Zelândia	0,987	Belize	0,999	Islândia	0,971	Alemanha	0,963
15	Dinamarca	0,911	Dinamarca	0,986	Finlândia	0,995	Irlanda	0,969	Japão	0,963
16	Áustria	0,908	França	0,982	Espanha	0,994	Alemanha	0,968	Áustria	0,963
17	Luxemburgo	0,908	Espanha	0,979	Grécia	0,985	Japão	0,965	Irlanda	0,961
18	Irlanda	0,907	Cingapura	0,977	Austrália	0,984	Áustria	0,956	França	0,961
19	Itália	0,903	Hong Kong, China	0,976	Sri Lanka	0,983	Itália	0,949	Itália	0,944
20	Nova Zelândia	0,903	Áustria	0,976	Bélgica	0,976	Suíça	0,945	Nova Zelândia	0,944
46	Costa Rica	0,797	Argentina	0,917	Malta	0,875	Filipinas	0,895	África do Sul	0,826
55	Malásia	0,772	Geórgia	0,906	Portugal	0,844	Belize	0,879	Brasil	0,785
64	Geórgia	0,762	Panamá	0,891	Samoa (Ocidental)	0,823	Quirgistão	0,868	Venezuela	0,768
68	Brasil	0,747	Fiji	0,889	Croácia	0,815	Guiana	0,854	Omã	0,757
76	Jamaica	0,735	Venezuela	0,870	Cingapura	0,802	Usbequistão	0,837	Filipinas	0,741
78	Turquia	0,732	Peru	0,862	Jordânia	0,800	Brasil	0,835	Paraguai	0,734
84	Jordânia	0,721	Brasil	0,847	Venezuela	0,793	Malásia	0,815	Irã	0,712
85	Armênia	0,721	Usbequistão	0,847	Usbequistão	0,793	África do Sul	0,814	Tunísia	0,707
102	Tajiquistão	0,663	Turquia	0,806	Bahamas	0,744	Suazilândia	0,747	Moldova, Rep. of	0,668
136	Iêmen	0,448	Togo	0,578	Djibuti	0,661	Congo	0,503	Angola	0,459
144	Tanzania	0,415	Mali	0,521	Tailândia	0,644	Mauritânia	0,440	Gâmbia	0,436
151	Malauí	0,385	Costa do Marfim	0,478	Togo	0,615	Rep.Africana Central	0,380	Eritrea	0,400
156	Moçambique	0,341	Chade	0,409	Brasil	0,554	Moçambique	0,365	Mali	0,342
162	Serra Leoa	0,252	Serra Leoa	0,289	Gabão	0,420	Níger	0,207	Serra Leoa	0,278

Classificação em ordem decrescente, de acordo com o IDH.

O Brasil classificou-se, em termos de IDH, em 1998 e 2003, respectivamente, no 68º e no 58º lugares com IDHs de 0,747 e 0,792, mostrando, portanto, uma melhoria em seu nível de desenvolvimento humano. Entretanto, quando analisado pelas diferentes técnicas da DEA, obtêm-se para o IDEA, IDEAT, IGP e IMM, respectivamente, as posições 84, 156, 78 e 55, em 1998 e as posições 66, 116, 57 e 61, em 2003. Assim, o Brasil cai no ranking em 1998 e sobe, em 2003, quando se comparam seus índices relativamente aos de outros países (IDEA), em termos de eficiência de fronteira; apresenta um baixíssimo índice de transferência de PIB para o bem-estar da população (IDEAT), que se situa entre os mais baixos índices do mundo, tanto em 1998 quanto em 2003, apesar da melhora apreciável, quando passou da posição 156 para a posição 116. Quanto ao IGP e IMM, o Brasil desloca-se para baixo e para cima, comparativamente ao IDH; assim, a classificação via IDH situa-se, aproximadamente, no ponto médio entre essas duas últimas pontuações.

Tabela 4. Dados selecionados de Índices obtidos por diferentes técnicas – Dados de 2003

Clas.	Países	IDH	Países	IDEA	Países	IDEAT	Países	IGP	Países	IMM
1	Noruega	0,963	Luxemburgo	1	Noruega	1	Noruega	1	Islândia	1
2	Islândia	0,956	Islândia	1	Quirgístão	1	Austrália	1	Noruega	1
3	Austrália	0,955	Austrália	1	Geórgia	1	Suécia	1	Austrália	0,995
4	Luxemburgo	0,949	Bélgica	1	Japão	1	Bélgica	1	Suíça	0,995
5	Canadá	0,949	Noruega	1	Nova Zelândia	1	Países Baixos	1	Japão	0,994
6	Suécia	0,949	Canadá	1	Costa Rica	1	Dinamarca	1	Canadá	0,992
7	Suíça	0,947	França	1	Iêmen	1	Finlândia	1	Suécia	0,99
8	Irlanda	0,946	Suécia	1	Equador	1	Reino Unido	1	Bélgica	0,982
9	Bélgica	0,945	Suíça	1	Tajiquistão	1	Nova Zelândia	1	França	0,982
10	EUA	0,944	Irlanda	1	Moldávia	1	Islândia	0,99	Itália	0,981
11	Japão	0,943	EUA	1	Serra Leoa	1	Eslovênia	0,99	Luxemburgo	0,981
12	Países Baixos	0,943	Finlândia	1	Suécia	1	Canadá	0,98	Países Baixos	0,979
13	Finlândia	0,941	Nova Zelândia	1	Chile	1	Irlanda	0,98	Irlanda	0,979
14	Dinamarca	0,941	Dinamarca	0,992	Malauí	1	EUA	0,98	Finlândia	0,977
15	Reino Unido	0,939	Japão	0,992	Tanzânia, Rep. da	1	França	0,98	Reino Unido	0,977
16	França	0,938	Reino Unido	0,987	Islândia	1	Espanha	0,98	Áustria	0,976
17	Áustria	0,936	Países Baixos	0,986	Madagáscar	0,99	Grécia	0,98	Alemanha	0,974
18	Itália	0,934	Israel	0,983	Espanha	0,989	Coréia, Rep. da	0,98	EUA	0,974
19	Nova Zelândia	0,933	Itália	0,983	Israel	0,989	Portugal	0,98	Nova Zelândia	0,972
20	Alemanha	0,93	Áustria	0,982	Uruguai	0,985	Estônia	0,98	Espanha	0,971
21	Espanha	0,928	Espanha	0,98	Sri Lanka	0,984	Lituânia	0,98	Dinamarca	0,971
22	Hong Kong, China	0,916	Alemanha	0,975	Austrália	0,979	Suíça	0,97	Hong Kong, China	0,97
23	Israel	0,915	Hong Kong, China	0,97	Síria	0,977	Áustria	0,97	Israel	0,961
24	Grécia	0,912	Grécia	0,965	Grécia	0,97	Alemanha	0,97	Grécia	0,956
25	Cingapura	0,907	Cingapura	0,961	Hong Kong, China	0,968	Barbados	0,97	Cingapura	0,95
26	Eslovênia	0,904	Portugal	0,96	Myanmar	0,965	Hungria	0,97	Eslovênia	0,943
27	Portugal	0,904	Eslováquia	0,96	Albânia	0,965	Argentina	0,97	Portugal	0,943

Tabela 4. Dados selecionados de Índices obtidos por diferentes técnicas – Dados de 2003 (cont.)

Clas.	Países	IDH	Países	IDEA	Países	IDEAT	Países	IGP	Países	IMM
28	Coréia, Rep. da	0,901	Eslovênia	0,951	Lituânia	0,962	Polônia	0,97	Coréia, Rep. da	0,943
37	Chile	0,854	Argentina	0,929	Itália	0,947	Uruguai	0,949	Kuwait	0,896
39	Lituânia	0,852	Panamá	0,929	Burundi	0,944	República Tcheca	0,939	Polônia	0,893
46	Uruguai	0,84	Estônia	0,919	Estônia	0,927	Turcomenistão	0,919	Lituânia	0,881
47	Costa Rica	0,838	Polônia	0,919	Ucrânia	0,925	Usbequistão	0,919	Estônia	0,878
57	Federação Russa	0,795	Vietnã	0,909	Argentina	0,902	Brasil	0,899	Omã	0,833
58	Brasil	0,792	Brunei Darussalam	0,909	Letônia	0,896	Albânia	0,899	Trinidad e Tobago	0,832
61	Bielorrússia	0,786	Emirados Árabes Unidos	0,895	Malta	0,884	Azerbaijão	0,899	Brasil	0,828
64	Albânia	0,78	Lituânia	0,891	Nicarágua	0,87	Peru	0,889	Equador	0,817
66	Samoa (Ocidental)	0,776	Brasil	0,889	Nepal	0,852	Qatar	0,879	Sri Lanka	0,812
73	Equador	0,759	República Dominicana	0,879	Croácia	0,841	Libia	0,869	Tunísia	0,802
83	Sri Lanka	0,751	Honduras	0,859	Bulgária	0,829	Libano	0,848	Síria	0,785
90	Geórgia	0,732	Tailândia	0,844	Honduras	0,818	Turquia	0,828	Maldivas	0,773
95	Síria	0,721	Usbequistão	0,828	Quênia	0,807	Maurício	0,808	Vietnã	0,76
98	Quirgistão	0,702	Comores	0,818	Colômbia	0,801	Zimbábue	0,788	Nicarágua	0,743
104	Moldávia	0,671	Guiana	0,806	Peru	0,784	Botsuana	0,768	Bolívia	0,716
110	Tajiquistão	0,652	Tajiquistão	0,774	Paquistão	0,765	Honduras	0,747	Índia	0,645
115	Myanmar	0,578	Botsuana	0,758	Burquina Faso	0,75	Argélia	0,717	Namíbia	0,6
116	Camboja	0,571	Bangladesh	0,758	Brasil	0,733	Congo	0,717	Guiné equatorial	0,596
131	Madagáscar	0,499	Gâmbia	0,616	Sudão	0,699	Togo	0,576	Gâmbia	0,504
136	Iêmen	0,489	Iêmen	0,596	Camboja	0,691	Rep. Dem. do Congo	0,535	Senegal	0,494
149	Tanzânia, Rep. da	0,418	Guiné	0,488	República Dominicana	0,632	Moçambique	0,455	Angola	0,42
150	Malauí	0,404	Eritrea	0,487	Guiana	0,63	Paquistão	0,444	Etiópia	0,393
161	Serra Leoa	0,298	Guiné-Bissau	0,354	Botsuana	0,45	Níger	0,172	Níger	0,303

As Tabelas 5 a 7 mostram estatísticas referentes ao IDH, IDEA, IMM, IGP e IDEAT. Os dados permitem concluir que:

- Em média, o IDH mundial aumentou 3,4% em termos dos valores de 1998 e 2003.
- No mesmo período, os índices de IDEA, por medirem valores relativos, permaneceram aproximadamente constantes.
- Os índices IMM e IGP aumentaram, respectivamente em 5,3 e 4%, respectivamente.

- Houve variações no IDEAT no período entre 1998 e 2003; ao se compararem os anos de 1998 e 2003, houve um aumento de 3,5%.
- No cômputo geral, houve uma melhoria de desenvolvimento humano no mundo entre 1998 e 2003.

Tabela 5. Dados estatísticos referentes ao IDH no período entre 1998 e 2003.

Anos	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
1998	0,680	0,179	0,252	0,935
1999	0,684	0,182	0,258	0,939
2000	0,690	0,181	0,275	0,942
2001	0,694	0,182	0,275	0,944
2002	0,697	0,184	0,273	0,956
2003	0,703	0,183	0,281	0,963

Tabela 6. Dados estatísticos referentes a IDEA e a IMM de 1998 e 2003.

IDEA					IMM				
ano	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo	ano	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
1998	0,796	0,178	0,289	1,000	1998	0,696	0,191	0,278	1,000
1999	0,794	0,179	0,303	1,000	1999	0,729	0,192	0,278	1,000
2000	0,799	0,178	0,333	1,000	2000	0,696	0,188	0,296	1,000
2001	0,806	0,174	0,374	1,000	2001	0,706	0,185	0,313	1,000
2002	0,808	0,173	0,374	1,000	2002	0,691	0,187	0,311	1,000
2003	0,799	0,178	0,333	1,000	2003	0,733	0,196	0,303	1,000

Tabela 7. Dados estatísticos referentes ao IGP e ao IDEAT no período entre 1998 e 2003

IGP					IDEAT				
ano	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo	ano	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
1998	0,751	0,198	0,207	1,000	1998	0,792	0,131	0,420	1,000
1999	0,758	0,202	0,152	1,000	1999	0,757	0,135	0,448	1,000
2000	0,763	0,199	0,162	1,000	2000	0,778	0,130	0,425	1,000
2001	0,773	0,195	0,172	1,000	2001	0,775	0,134	0,408	1,000
2002	0,777	0,196	0,162	1,000	2002	0,763	0,146	0,345	1,000
2003	0,781	0,197	0,162	1,000	2003	0,820	0,134	0,393	1,000

Conclusões

Em termos de desenvolvimento humano mundial, este trabalho apresenta as seguintes conclusões:

- Estatisticamente, o IDH depende, com ponderação aproximadamente igual, dos três parâmetros: IPIB, INE e IEV; este fato era de se esperar, dada a ponderação de 1/3 para cada um dos índices; entretanto, os dados mostram que existe correlação entre as variáveis independentes.
- Países com maior IPIB apresentam altos IEV e INE; países de média e baixa renda apresentam grandes oscilações no que concerne ao efeito do IPIB sobre o IEV e INE.
- Semelhantemente, países de melhor nível educacional tendem a ter uma população com maior longevidade, apesar de grandes oscilações estatísticas quando se considera o mundo.
- Há muitos países que fogem da linha determinística: quanto menor o IPIB, menor a qualidade de vida.

Quando se considera uma análise temporal envolvendo os dados de 1998 e 2003, conclui-se, ainda, que:

- Em 2003, praticamente todos os países com IDEA igual a 1 são os mesmos com a máxima pontuação em 1998.
- Interessantemente, *em 1998*, a Serra Leoa entra no rol dos países altamente eficientes, em termos de IDEAT. A Serra Leoa possui o menor IDH, 0,252, dentre todos os 162 países considerados; entretanto, seu baixíssimo IPIB é usado para tentar promover o bem-estar da população, de forma eficiente. Outros países apresentam pontuações semelhantes.
- O Brasil classificou-se, em termos de IDH, em 1998 e 2003, respectivamente, no 68º e no 58º lugares com IDHs de 0,747 e 0,792, mostrando, portanto, uma melhoria em seu nível de desenvolvimento humano. Entretanto, classificou-se no IDEA, IDEAT, IGP e IMM, respectivamente, nas posições 84, 156, 78 e 55, em 1998 e nas posições 66, 116, 57 e 61, em 2003. Apresenta um baixíssimo índice de transferência de PIB para o bem-estar da população (IDEAT), que se situa entre os mais baixos índices do mundo, tanto em 1998 quanto em 2003, apesar da melhora apreciável, quando passou da posição 156 para a posição 116.
- Considerando o IGP e o IMM, de novo, como no caso de todos os países, embora tenha havido deslocamento de classificação por estes índices em relação à classificação pelo IDH, praticamente todos os países classificados entre os vinte primeiros (IDH maior que 0,9) permanecem na lista.

Referências Bibliográficas

BOSETTI, V., CASSINELLI, M. & LANZA, A. Using Data Envelopment Analysis to Evaluate Environmentally Conscious Tourism Management. In: CONFERENCE OF TOURISM AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT, I, Chia, Sardenha: September 19-20, 2003. 27p.

BROOKFIELD, J. Predicting the Future. *Nature*, v. 441, p.999, 2001.

CASU, B. & GIRARDONE, C. An analysis of the relevance of off-balance sheet items in explaining productivity change in european banking. In: EMROUZNEJAD, A. & PODINOVSKI, V. (Ed.), *Data Envelopment Analysis and Performance Managements*. 1ª ed. Coventry: Warwick Print, 2004. p. 51-58

CHANDRA, S. & MENEZES, D. Applications of Multivariate Analysis in International Tourism Research: The Marketing Strategy Perspective in NTOs. *Journal of Economics and Social Research*, v. 3, n.1, p. 77-98, 2001.

CHARNES A., COOPER W.W. & RHODES E. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal on Operational Research*, v. 2, p. 429-444, 1978.

CHERCHYE, L. & KUOSMANEN, T. *Benchmarking sustainable development: a synthetic meta-index approach*. World Institute for Development Economics Research, United Nations University. Research paper n. 2004/28, april/2004. 32 p.

COOPER, W. W., SEIFORD, L.M. & TONE, K. *Data envelopment analysis – a comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software*. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2000.

DE NEGRI, J. A. *Desempenho exportador das firmas industriais no Brasil: a influência da eficiência de escala e dos rendimentos crescentes de escala*. Texto para discussão. IPEA-Brasília, nov/2003. 23p.

DESAI, M. Human Development: concepts and measurement. *European Economical Review*, v.35, n.2/3, p. 350-357, 1991.

DESPOTIS, D. Improving the discriminating of DEA: focus on global efficient units. *Journal of the Operational Research Society*, v.53, p. 314-323, 2002.

DESPOTIS, D. K. Measuring human development via data envelopment analysis: the case of Asia and the Pacific. *International Journal of Management Science*, 2004a. in press.

DESPOTIS, D.K. A reassessment of the human development index via data envelopment analysis. *Journal of the Operational Research Society*, v.55, p 1-12, 2004b.

ECONOMIANET – PIB ou PNB? Disponível em: < <http://www.economiabr.net/>

economia/6_pib.html. Acesso em 05/03/2007.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Fisheries Technical Paper 386, Ed. Dominique Gréboval, Rome, 1999. Disponível em: <http://www.fao.org/DOCREP/003/X2250E/x2250e00.htm#Contents>. Acesso em 24/06/2006.

FAVERO, E. & ZMITROWICZ, W. Desmembramento Territorial: o Processo de criação de municípios – avaliação a partir de indicadores econômicos e sociais. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Depto. de Engenharia de Construção Civil, SP, 2005, 46p.

FUCKS, M. & ZACH, F. On the usefulness of data envelopment analysis for strategy development: a tourism destination case study. In: EMROUZNEJAD, A. & PODINOVSKI, V. (Ed.), *Data Envelopment Analysis and Performance Managements*. 1ª ed. Coventry: Warwick Print, 2004. p. 268-274.

GOMES, E. G.; MANGABEIRA, J. A. C. & MELLO, J. C. C. B. S. Análise de envoltória de dados para avaliação de eficiência e caracterização de tipologias em agricultura: um estudo de caso. *Revista Economia e Sociologia Rural*, v.43, n.4, p.607-631, 2005.

GOMES, E.G.; SOARES DE MELLO, J.C.C.B.; LINS, M.P.E. Uso de Análise de Envoltória de Dados e Auxílio Multicritério à Decisão na análise de dados das Olimpíadas 2000. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 21, 2001. Anais... CD ROM, 8p.

HADDAD, P.R. *Força e Fraqueza dos municípios de Minas Gerais*. Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais/Departamento de Planejamento, Programas e Estudos Econômicos. Cadernos BDMG nº 8, abril/2004. 82p.

HDR - Human Development Reports. *Globalisation and human development*. Indian Council for Research on International Economic Relations (Org). 1999. New Dehli, 14/jul/1999, 19p. Disponível em: <<http://www.icrier.org/pdf/Brenda.pdf>>. Acesso em: 02/01/2006.

HELFAND, S. M. Farm size and determinants on productive efficiency in the Brazilian center-west. INTERNATIONAL CONF. OF THE INT. ASSOC. OF AGRICULTURAL ECONOMIST (IAAE), 25, Durban, South Africa, August 16-22, 2003, 15p.

HOPKINS, M. Human development revisited: a new UNDP report. *World Development*, v.19, n.10, p. 1469-1473, 1991.

IVANOVA, I., ARCELUS, F & SRINIVASAN, G. Assessment of the Competitiveness Position of the Latin American Countries. *International Journal of Commerce and Management*, v.8, n.2, p.7-32, 1998.

KARKAZIS, J. & TANASSOULIS, E. Assessing the Effectiveness of Regional Development Policies in Northern Greece Using Data Envelopment Analysis. *Socio-Economic Planning Sciences*, v.32, n.2, p.123- 137, 1998.

KASSAI, S. Utilização da análise por envoltória de dados (DEA) na análise de demonstrações contábeis. Tese (Doutorado em Contabilidade e Controladoria) – Departamento de Contabilidade

e Atuária da ECAUSP, São Paulo, 2002.

KONTODIMOPOULOS, N. & NIAKAS D. Efficiency measurement of hemodialysis units in Greece with Data Envelopment Analysis, In: EMROUZNEJAD, A. & PODINOVSKI, V. (Ed.), *Data Envelopment Analysis and Performance Managements*. 1ª ed. Coventry: Warwick Print, 2004. p. 148-154.

LIND, N.C., Some thoughts on the human development index. *Soc. Indicat. Research*, v.27, n.1, p.89-101, 1992.

LINS, M.P.E., ALMEIDA, B.F. & BARTOLO JR., R. Avaliação de desempenho na pós-graduação utilizando a Análise Envoltória de Dados: o caso da Engenharia de Produção Programa de Engenharia de Produção. *Revista Brasileira de Pós-Graduação*, v.1, n.1, p.41-56, 2004.

MAHLBERG B. & OBERSTEINER M. Remeasuring the HDI by Data Envelopment Analysis. *International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA)*, Interim Report IR-01-069, Laxenburg, Austria, 2001.

McGILLIVRAY, M. The Human Development index: yet another redundant composite development indicator? *World Development*, v.19, n.10, p.1461-1468, 1991.

MELLO, J.C.C.B.S. & GOMES, E.G. Eficiências Aeroportuárias: uma abordagem comparativa com Análise Envoltória de Dados. *Revista de Economia e Administração*, v.3, n.1, p.15-23, 2004.

MOITA, M. H. V. *Medindo a eficiência relativa de Escolas Municipais das cidades do Rio Grande do Sul – RS, usando a abordagem DEA*. 1995. 105p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, UFSC, Florianópolis, 1995.

MOREIRA, A. M. M. *Facilitando a chegada ao consenso em processos de negociação: um enfoque multicritério*. 1998. 200f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Departamento de Engenharia de Produção, PUC Rio de Janeiro, 1998.

NEUMAYER E. The human development index and sustainability- a constructive proposal. *Ecological Economics*, v.39, p.101-114, 2001.

PAVLYUK, D. & BALASH, V. An efficiency analysis of Russian banks. In: EMROUZNEJAD, A. & PODINOVSKI, V. (Ed.), *Data Envelopment Analysis and Performance Managements*. 1ª ed. Coventry: Warwick Print. 2004. p. 59-64.

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. *Entenda o cálculo do IDH Municipal (IDH-M) e saiba quais os indicadores usados*. 2003. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br>> . Acesso em: 12-02-2006.

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. *Atlas do Desenvolvimento Humano*. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/atlas/>> . Acesso em: 21-02-2006.

PYATT, G. Poverty: a wasted decade. *European Economic Review*, v.35, n.2/3, p.358-365, 1991.

RAAB, R.; KOTAMRAJU, P. & HAAG, S. Efficient provision of child quality of life in less developed countries: conventional development indexes versus a programming approach to development indexes. *Socio-Economic Planning Sciences*, v.34, n.1, p. 51-67, 2000.

RAGSDALE, T. *Spreadsheet Modeling and Decision Analysis: A practical introduction to Management Science*. 4th ed., Ohio: South Western College Publishing, 2004.

RAJA, I.G. Data envelopment analysis versus the canonical correlation theory: an empiric application to the spanish wine producers. In: EMROUZNEJAD, A. & PODINOVSKI, V. (Ed.), *Data Envelopment Analysis and Performance Managements*. 1^a ed. Coventry: Warwick Print, 2004. p. 101-112.

RANIS, G., STEWART F. & SAMMAN, E. *Human Development: Beyond the HDI*. In: ECONOMIC GROWTH CENTER. Center Discussion Paper no. 916. 2005. 38p. Disponível em: <<http://www.econ.yale.edu/~egcenter/>>. Acesso em: 15-06-2005.

RAO, V.V.B. Human development report 1990: review and assesment. *World Development*, v.19, n.10, p.1451-1460, 1991.

RAWORTH, K. & STEWART, D. Critiques of the Human Development Index: A review. In: FUKUDA-PARR, S. & SHIVA KUMAR, A.K. (eds.). *Readings in Human Development Concepts, Measures and Policies for a Development Paradigm*. 2th ed. New York: Oxford University Press, 2005. 428 p.

SAGAR, A.D. & NAJAM, A. The human development index: a critical review. *Ecological Economics*, v.25, p.249-264, 1998.

STAAT, M. Efficiency of Diabetes Mellitus treatment in Internal Medicine Departments in Germany: a Dea-Bootstrap approach. In: EMROUZNEJAD, A. & PODINOVSKI, V. (ed.), *Data Envelopment Analysis and Performance Managements*. 1^a ed. Coventry: Warwick Print, 2004. p. 155- 162.

UNDP - United Nations Development Program. *Human Development Report 1996*. Oxford University Press, New York, Oxford. 1996. Disponível em: <<http://www.icsu-scope.org/downloadpubs/scope58/box3n.html>>. Acesso em 10/02/2006.

UNDP - United Nations Development Program. Disponível em: <<http://hdr.undp.org/reports/>>. Acesso em: 02/03/2006.

VIVERITA, R. & ARIFF, M. Corporate financial performance and production efficiency: a study on Indonesia's public and private sector firms. In: EMROUZNEJAD, A. & PODINOVSKI, V. (Ed.), *Data Envelopment Analysis and Performance Managements*. 1^a ed. Coventry: Warwick Print, 2004. p.88-93.

WÖBER, K.W. & FASENMAIER, D.R. A Multi-Criteria to Destination Benchmarking: A Case Study of State Tourism Advertising Programs in the United States. In: GU, Z. (ed.) *Management Science Applications in Tourism and Hospitality*. Nova York: The Haworth Press, 2004. p. 1-18.