



EFICIÊNCIA SOCIAL NA AMAZÔNIA LEGAL: UMA ANÁLISE POR MEIO DO DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA)

**SOCIAL EFFICIENCY IN THE LEGAL AMAZON: AN ANALYSIS
USING DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA)**

EFICIÊNCIA SOCIAL NA AMAZÔNIA LEGAL: UMA ANÁLISE POR MEIO DO DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA)

SOCIAL EFFICIENCY IN THE LEGAL AMAZON: AN ANALYSIS USING DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA)

Diogo Ferraz¹ | Gregory Moraes²

Maria Angélica de Almeida Corrêa³ | Francisca Diana Ferreira Viana⁴

Recebimento: 22/08/2024

Aceite: 13/05/2025

¹ Doutor em Engenharia da Produção (USP).
Professor da Universidade de São Paulo.
Lorena – SP, Brasil.
E-mail: diogoferraz@alumni.usp.br

² Doutorando em Engenharia de Produção (UNESP).
Bauru - SP - Brasil.
E-mail: gregory.moraes@unesp.br

³ Doutora em Ciências Pesqueiras nos Trópicos (UFAM).
Professora da Universidade Federal do Amazonas.
Manaus - AM, Brasil.
E-mail: angelicacorrea2011@gmail.com

⁴ Doutora em Economia (UFMG).
Professora da Universidade Federal de Ouro Preto.
Ouro Preto - MG - Brasil.
E-mail: fviana@ufop.edu.br

RESUMO

Diversos estudos analisam o desenvolvimento humano em economias emergentes. Entretanto, há escassez de estudos analisando o desenvolvimento humano na Região Amazônica brasileira. Ademais, os estudos negligenciam a responsabilidade financeira em converter riqueza e recursos públicos em desenvolvimento humano para a população local. Por este motivo, este artigo tem como objetivo mensurar a eficiência social da Região Amazônica, o que permite revelar a performance social das microrregiões, levando em consideração os pontos fortes para o desenvolvimento local. Para tanto, este artigo analisou 5 dimensões representadas por 14 variáveis sociais, além do Produto Interno Bruto (PIB) e dos gastos sociais em educação e cultura, habitação e moradia, e saúde e saneamento. Por meio do *Data Envelopment Analysis* (DEA), foram analisadas 87 microrregiões de 9 estados da Amazônia Legal brasileira. Os resultados revelaram que há baixa correlação (19,07%) entre o Índice de Eficiência Social (IES) e o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) na Amazônia. Além disso, 63,22% das microrregiões amazônicas estão localizadas no pior quartil do ranking de eficiência social. A região mais eficiente foi Alto Paraguai (MT). As regiões com maior IDH e pior IES estão localizadas no Mato Grosso, área caracterizada pela Agropecuária. As regiões menos eficientes estão concentradas no Pará, sendo que algumas têm como característica o extrativismo, em especial, o setor da mineração. Por meio do IES, os formuladores de políticas públicas possuem uma ferramenta objetiva para distribuir recursos públicos para o desenvolvimento local.

Palavras-chave: Desenvolvimento humano. Eficiência Social. Análise envoltória de dados (DEA). Região Amazônica.

ABSTRACT

Numerous studies have examined human development in emerging economies. However, there is a notable scarcity of research focused specifically on human development in the Brazilian Amazon region. Furthermore, existing studies often overlook the financial responsibility involved in converting wealth and public resources into tangible improvements in human development for the local population. In light of this gap, the present study aims to assess the social efficiency of the Amazon region, thereby revealing the social performance of its microregions while considering their strengths and potential for local development. To achieve this objective, the study analyzed five dimensions represented by 14 social variables, in addition to Gross Domestic Product (GDP) and public expenditures in the areas of education and culture, housing, and health and sanitation. Using Data Envelopment Analysis (DEA), the research examined 87 microregions across the nine states that comprise Brazil's Legal Amazon. The results indicate a weak correlation (19.07%) between the Social Efficiency Index (SEI) and the Human Development Index (HDI) in the region, suggesting that higher levels of human development do not necessarily translate into greater social efficiency. Moreover, 63.22% of Amazonian microregions are situated in the lowest quartile of the social efficiency ranking. The most efficient microregion identified was Alto Paraguai (Mato Grosso). In contrast, microregions with high HDI but low SEI are also located in Mato Grosso, a state largely characterized by agricultural and livestock activities. The least efficient microregions are primarily concentrated in the state of Pará, many of which are marked by extractive economic activities, particularly mining. The SEI provides an objective tool for policymakers, enabling more effective allocation of public resources aimed at fostering equitable and sustainable local development.

Keywords: Human development. Social efficiency. Data Envelopment Analysis (DEA). Amazon Region

INTRODUÇÃO

A Região Amazônica é rica em recursos naturais, contendo mais da metade da biodiversidade do planeta (IPAM, 2024). Apesar da abundância de recursos naturais, essa região enfrenta o desafio de superar a pobreza, reduzir a desigualdade social e melhorar a qualidade de vida da população (Ferraz et al., 2021). Neste sentido, a conjuntura social e econômica desta região tem demonstrado os desafios do desenvolvimento regional sem desenvolver alternativas para a promoção do desenvolvimento econômico e socioambiental (Romano; Mascarenhas, 2018). Por exemplo, a Pesquisa de Orçamento Familiar (POF/IBGE, 2018-2017) aponta que todos os estados da Região Amazônica, exceto o Mato Grosso, estão entre os piores no Índice de Perda de Qualidade de Vida (IPQV) do Brasil (IBGE, 2020).



Por este motivo, diversos trabalhos têm mensurado a qualidade de vida e o desenvolvimento humano da Região Amazônica (Silveira; Silva; Carvalho, 2008; Ferraz et al., 2021; IBGE, 2020). Por exemplo, Silveira et al. (2008) utilizou quatorze indicadores de qualidade de vida para a região Norte do Brasil, revelando que a capital Belém (PA) apresentou a maior qualidade de vida dentre as regiões analisadas. Em contrapartida, o município de Ipixuna (AM) apresentou o pior índice de qualidade de vida da região (Silveira; Silva; Carvalho, 2008). Entretanto, estes trabalhos utilizam indicadores de qualidade de vida sem levar em consideração a privação social e a restrição dos recursos públicos para promoção do desenvolvimento humano.

O conceito de desenvolvimento humano, baseado na Teoria das Capacidades de Amartya Sen, entende a liberdade como meio e fim para o desenvolvimento econômico. Para Sen (2000), o desenvolvimento humano é um processo de expansão das liberdades desfrutadas pelos indivíduos. Desse modo, a liberdade gerada é parte do próprio desenvolvimento (Sen, 2000). Assim, os formuladores de políticas públicas devem focar nas capacidades humanas e na liberdade dos indivíduos, em vez de elevar a quantidade de mercadorias ou o crescimento econômico (i.e., Produto Interno Bruto – PIB). A abordagem do desenvolvimento como liberdade proporciona uma compreensão aprofundada de diversos fenômenos sociais, como a pobreza, a desigualdade e a qualidade de vida (Nussbaum, 2000; Sen, 1988).

A literatura internacional propôs diversos indicadores absolutos para mensurar o desenvolvimento humano, como o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e o Índice de Pobreza Multidimensional (*Multidimensional Poverty Index* - MPI) (PNUD, 2016; Alkire; Foster, 2011). Entretanto, esses indicadores absolutos de desenvolvimento humano (i.e., IDH) e de privação (i.e., MPI) não medem se os formuladores de políticas públicas fazem bom uso dos recursos financeiros, a fim de alcançar melhores índices de desenvolvimento humano (Despotis, 2005). A abordagem do desenvolvimento humano e das capacidades demonstrou que o crescimento e o rendimento não são os únicos meios para o desenvolvimento (Ferraz et al., 2020). Neste sentido, as privações humanas, como a fome ou a precariedade da saúde e educação, são frequentemente atrelados a problemas de distribuição e das instituições e não, necessariamente, um problema de capacidade produtiva (Dreze; Sen, 1990).



Vale ressaltar que a melhora do desenvolvimento humano contribui para o desenvolvimento econômico. Isto porque, o aumento do capital humano gera externalidades positivas para a economia (Ranis; Stewart; Samman, 2006). Os formuladores de políticas públicas devem focar na redução das privações humanas, bem como na eficiência social. Note que eficiência social se refere à capacidade de transformar recursos financeiros disponíveis em maior qualidade de vida para a população (Ferraz et al., 2020).

Frente ao exposto, este artigo busca responder quais regiões da Amazônia Legal utilizam os recursos públicos (gastos sociais e PIB) de forma socialmente eficiente, a fim de gerar benefícios sociais para a população local. O objetivo deste artigo é mensurar a eficiência social da Região Amazônica por meio do *Data Envelopment Analysis* (DEA), que permite medir a performance social das microrregiões e levar em consideração os pontos fortes do desenvolvimento local. Este estudo apresenta diversas contribuições para a literatura especializada. Primeiro, este estudo contribui com a proposta de um indicador para avaliar o desenvolvimento humano regional da Região Amazônica (Ferraz et al., 2021a; Rodrigues; Silva, 2023). Segundo, a análise de microrregiões traz luz para a tomada de decisão de alocação de recursos públicos, a fim de contribuir com o desenvolvimento humano local. Note que os indicadores propostos e a análise regional são ferramentas relevantes para os formuladores de políticas públicas. Isto porque, este artigo revela quais regiões têm melhor capacidade de gerar desenvolvimento humano com os recursos financeiros disponíveis. Por fim, este tipo de análise é relevante para formuladores de políticas públicas estaduais e federais, bem como agências financiadoras e organismos internacionais com a intenção de investir recursos para o desenvolvimento da Amazônia.

Além desta introdução, a seção 2 discorre sobre o conceito de Eficiência Social, além de abordar as características e os desafios da Região Amazônica. A seção 3 apresenta o método DEA. A seção 4 discute os resultados. Por fim, a seção 5 discorre sobre caminhos para pesquisas futuras, além de apresentar as limitações e a conclusão deste trabalho.



DESENVOLVIMENTO HUMANO E EFICIÊNCIA SOCIAL

Para as Nações Unidas, o desenvolvimento humano é um processo de ampliação das liberdades para todos os seres humanos. Esta conquista de qualidade de vida deve ser a principal meta para o desenvolvimento socioeconômico dos países (Sen, 1988). Neste sentido, o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) revela uma média geométrica da renda, esperança de vida e educação (PNUD, 2016). Entretanto, Sagar e Najam (1998) apontam que o IDH oferece uma visão distorcida e limitada do desenvolvimento humano. Além disso, outras críticas incluem a necessidade de medidas qualitativas da educação, levar em consideração a desigualdade de gênero e renda, aspectos de segurança, democracia, meio ambiente, condições dos refugiados e discriminação (Bilbao-Ubillós, 2013; Herrero; Martínez; Villar, 2010; Dominguez-Serrano; Blancas, 2011).

Tendo em vista essas limitações, Fukuda-Parr et al. (2009) propuseram um novo indicador que considera os seis direitos fundamentais na composição (saúde, habitação, educação, alimentação, segurança social e emprego digno). Dominguez-Serrano e Blancas (2011) destacaram a importância da mensuração da perspectiva de gênero nos indicadores de desenvolvimento humano. Ravallion (2012) reformulou o IDH como uma função cumulativa para renda, saúde e educação. Grimm et al. (2008) desenvolveram um novo método que agrega os efeitos da distribuição de renda no desenvolvimento humano.

Outro importante indicador é o Índice de Pobreza Multidimensional que avalia a renda. Este indicador analisa como as pessoas vivenciam a pobreza de formas múltiplas e simultâneas (Alkire; Foster, 2011). Com a contínua evolução da definição de pobreza, as definições atuais são mais amplas do que a pobreza monetária (Ribeiro; Silva; Guimarães, 2015). Segundo Ribeiro et al. (2015) é mais fácil mensurar os pobres utilizando uma definição direta, como estabelecer uma linha de pobreza abaixo de 40% do rendimento médio de um país, como feito pela OCDE (2008). Entretanto, a pobreza não é refletida apenas na falta de renda, pois não abrange as diferentes dimensões deste fenômeno social (Atkinson, 2003).

Neste sentido, a literatura econômica entende a privação como necessidades não satisfeitas em diferentes aspectos da vida social e econômica (Townsend, 1987). Townsend (1987) aponta que a privação social e material decorre da acumulação individual de privações múltiplas. Para isso, Ribeiro



et al. (2015) analisou os mecanismos de transferências macroeconômicas de renda e a influência para indicadores de privação social para países da União Europeia. Entretanto, estes indicadores ainda negligenciam as restrições financeiras que as regiões enfrentam para promover o desenvolvimento humano. Note que a restrição financeira para promoção do desenvolvimento humano é uma realidade para os países em desenvolvimento, em especial, para a Região Amazônica.

O conceito de eficiência social mostra a capacidade de um país ou região transformar a riqueza produzida em desenvolvimento humano ou qualidade de vida (Mariano; Sobreiro; Rebelatto, 2015). Em outras palavras, a eficiência social busca compreender como uma região transforma os recursos financeiros disponíveis, como gastos sociais e Produto Interno Bruto, em desenvolvimento humano (Mariano, 2019). A eficiência social é uma abordagem recente, que utilizou um modelo *Data Envelopment Analysis* (DEA), empregando o PIB per capita como *input* e a educação e a expectativa de vida como *outputs*. Por exemplo, Despotis (2005) revelou que a Espanha, Grécia, Nova Zelândia, Japão, Suécia, Canadá e Reino Unido são países socialmente eficientes. Mariano e Rebelatto (2014) avançaram aplicando um modelo DEA com restrições aos pesos e métodos de desempate. Os resultados demonstram que os países mais eficientes em converter riqueza em qualidade de vida são aqueles que compunham a ex-União Soviética e os de passado socialista. Ferraz et al. (2018) contribuiu com esta teoria ao mensurar a capacidade dos países em utilizar uma estrutura produtiva complexa em qualidade de vida. Ferraz et al. (2018) utilizaram uma Análise em Janela para países asiáticos e latino-americanos, entre 2010 e 2014. Os resultados apontam que todos os países foram eficientes em 2014, exceto China e Filipinas. Ao longo do tempo, somente Coreia do Sul, Singapura e Japão se mantiveram eficientes. Ademais, Cuba em 2014 foi o país que mais serviu de benchmark para os países ineficientes.

Diversos estudos têm analisado a eficiência social de forma regional. Morais e Camanho (2011) avançaram ao mensurar a eficiência social de 284 cidades europeias, propondo 29 indicadores de qualidade de vida como *outputs* e o PIB per capita como *input*. O estudo mostrou que o Índice de Eficiência Social diverge do Índice de Desenvolvimento Humano, evidenciando que nem sempre os países mais ricos ou com alta qualidade de vida são os mais socialmente eficientes. Ferraz et al. (2020) propuseram novos indicadores para analisar o desenvolvimento humano e a eficiência social de 129 mesorregiões brasileiras. Os resultados apontam que, embora os indicadores absolutos demonstrem



menor desenvolvimento humano nas regiões Nordeste e Norte, a eficiência social indica que algumas áreas dessas regiões podem ser mais eficientes do que regiões consideradas ricas, como o Sul e o Sudeste. Entretanto, ainda há carência de estudos que analisem especificamente a Região Amazônica. Este artigo preenche esta lacuna na literatura de eficiência social e desenvolvimento humano.

MÉTODOS

Este artigo emprega o método *Data Envelopment Analysis* (DEA) para calcular a eficiência social e a privação social na Região Amazônica do Brasil. O DEA é ideal para esse tipo de análise, pois agrega informações relevantes de forma simples e direta para os formuladores de políticas públicas (Ferraz et al., 2020). Desenvolvido por Charnes et al. (1978), o DEA é um método matemático baseado em programação linear que mede a performance das unidades tomadoras de decisão (*Decision Making Units* - DMUs) por meio de uma fronteira linear por partes. O DEA revela o número máximo de *outputs* que podem ser produzidos por unidade de *inputs*, traduzindo o limite de produção determinado pela restrição de uma região (Mariano; Rebelatto, 2014; Cook; Zhu, 2014). Segundo Cook e Zhu (2014), cada região pode ser classificada conforme a performance, variando de zero (pior performance) a um (melhor performance). Para alcançar o topo do ranking, o DEA maximiza os pesos, concentrando-se nos pontos fortes de cada região (Mariano; Sobreiro; Rebelatto, 2015).

Os modelos DEA diferem principalmente pelo tipo de rendimentos de escala e orientação. A hipótese do modelo *Constant Return of Scale* (CRS) considera que os *outputs* variam proporcionalmente aos *inputs* (Charnes et al. 1978). Por outro lado, o modelo *Variable Return of Scale* (VRS) identifica a variação entre *inputs* e *outputs*, propondo três áreas de fronteira: a) crescente, onde os *outputs* crescem proporcionalmente mais do que os *inputs*; b) constante, onde há proporcionalidade entre os *inputs* e *outputs*; e c) decrescente, onde os *outputs* crescem proporcionalmente menor do que os *inputs* (Banker et al., 1984). Para o problema proposta neste artigo, a vantagem do modelo VRS é a possibilidade de comparação relativa entre regiões (i.e., microrregiões) com diferentes tamanhos e condições financeiras. O Quadro 1 resume os modelos DEA.



Quadro 1 | Principais modelos radiais da DEA na forma de multiplicadores

Modelo	Orientado ao input	Orientado ao output
CRS	$MAX \sum_{i=1}^m u_i \cdot y_{i0}$ <p>Sujeito a:</p> $\sum_{j=1}^n v_j \cdot x_{j0} = 1$ $\sum_{i=1}^m u_i \cdot y_{ik} - \sum_{j=1}^n v_j \cdot x_{jk} \leq 0 \text{ for } k = 1, 2, \dots, h$	$MIN \sum_{j=1}^n v_j \cdot x_{j0}$ <p>Sujeito a:</p> $\sum_{i=1}^m u_i \cdot y_{i0} = 1$ $\sum_{i=1}^m u_i \cdot y_{ik} - \sum_{j=1}^n v_j \cdot x_{jk} \leq 0 \text{ for } k = 1, 2, \dots, h$
VRS	$MAX \sum_{i=1}^m u_i \cdot y_{i0} + w$ <p>Sujeito a:</p> $\sum_{j=1}^n v_j \cdot x_{j0} = 1$ $\sum_{i=1}^m u_i \cdot y_{ik} - \sum_{j=1}^n v_j \cdot x_{jk} + w \leq 0 \text{ for } k = 1, 2, \dots, h$ <p><i>w sem restrições sinal</i></p>	$MIN \sum_{j=1}^n v_j \cdot x_{j0} - w$ <p>Sujeito a:</p> $\sum_{i=1}^m u_i \cdot y_{i0} = 1$ $\sum_{i=1}^m u_i \cdot y_{ik} - \sum_{j=1}^n v_j \cdot x_{jk} + w \leq 0 \text{ for } k = 1, 2, \dots, h$ <p><i>w sem restrições sinal</i></p>

Onde: x_k representa a quantidade da riqueza j de uma região k; y_k representa a quantidade das dimensões sociais i de uma região k; x_0 representa a quantidade da riqueza j da região; y_0 representa a quantidade de variáveis sociais i da região; v_j representa o peso do PIB e dos gastos públicos j para a região; u_i representa o peso da dimensão social i para a região; θ significa a eficiência da região brasileira a ser analisada; ϵ_k é a contribuição da k região para a meta da região; m representa a quantidade de dimensões sociais analisados; n representa a quantidade de PIB e despesas públicas analisadas; e W representa o fator de escala.

Foram analisadas 5 dimensões representadas por 14 variáveis sociais para avaliar o desenvolvimento humano e a eficiência social na Amazônia brasileira. Os dados foram coletados do último Censo brasileiro (IBGE 2019). Justifica-se a escolha da Região Amazônica devido à relevância mundial para questões ambientais e os problemas sociais enfrentados pela região. Ademais, há disponibilidade de dados decorrentes de uma base confiável e comparável. O Quadro 2 resume as variáveis analisadas e apresenta estudos prévios.

Quadro 2 | Variáveis Analisadas

	<i>Variável</i>	<i>Dimensão</i>	<i>Embasamento teórico</i>
<i>Inputs</i>	População	Geral	Morais e Camanho (2011)
	Produto Interno Bruto (PIB)	Riqueza	Despotis (2005)
	Gastos Públicos em Educação e Cultura	Educação	Varela (2010); Andrett et al. (2017)
	Gastos Públicos em Habitação	Habitação	Varela (2010); Andrett et al. (2017)
	Gastos Públicos em Saúde e Saneamento	Saúde	Varela (2010); Andrett et al. (2017)
<i>Outputs</i>	Pessoas alfabetizadas	Educação	Despotis (2005); Raab et al (2000)
	Crianças em creches	Educação	Morais e Camanho (2011)
	Residências próprias	Habitação	Morais e Camanho (2011)
	Casas com eletricidade	Habitação	Morais e Camanho (2011)
	Casas com água encanada	Habitação	Morais e Camanho (2011)
	Casas com coleta de lixo	Habitação	Morais e Camanho (2011)
	Mortalidade infantil	Saúde	Ramanathan (2006)
	Número de pessoas vacinadas	Saúde	Morais e Camanho (2011)
	Expectativa de vida	Saúde	Despotis (2005)
	Empregados formais	Economia	Morais e Camanho (2011)
	Índice de Gini	Economia	Malul et al (2009)
	Pessoas extremamente pobres	Economia	Morais e Camanho (2011)
	Número de homicídios	Instituição	Mariano e Rebelatto (2014)
	Participação nas eleições	Instituição	Morais e Camanho (2011)

Fonte: Elaborado pelos autores com base em Ferraz et al. (2020).

Os inputs (i.e., riqueza e gastos sociais) devem estar correlacionados com as dimensões da eficiência social (i.e., educação, habitação, saúde, economia, instituição). Note que há literatura prévia indicando a correlação entre a riqueza e os gastos públicos com as variáveis sociais escolhidas (Ferraz et al., 2020; Mariano, 2019; Mariano; Rebelatto, 2014). Isto decorre da necessidade de recursos financeiros (PIB e gastos sociais) para promover programas sociais ou políticas públicas que engendrem o processo de desenvolvimento humano. Por exemplo, os gastos habitacionais no

Programa Minha Casa Minha Vida são essenciais para a melhoria de indicadores na infraestrutura domiciliar no Brasil (i.e., residências próprias) (Ferraz et al., 2020). Outro exemplo é a necessidade de PIB nas microrregiões para a construção equipamentos na área de saúde (i.e., hospitais) e educação (i.e., escolas, creches). Estes equipamentos públicos melhoram os indicadores sociais analisados no modelo (i.e., número de crianças na creche, número de pessoas vacinadas etc.).

Os 772 municípios analisados da Amazônia Legal brasileira foram divididos em 87 microrregiões. De acordo com o IBGE (2017), a microrregião é uma área, dentro de uma unidade federativa, que apresenta uma forma de organização geográfica definida pelas seguintes dimensões: processo social, ambiente natural, e a rede de comunicação. Estas três dimensões permitem que este espaço delimitado como microrregião possua identidade regional. Essa identidade é uma realidade construída ao longo do tempo pela sociedade local. A análise de microrregiões é crucial para evidenciar a diversidade regional, considerando a estrutura econômica, social e cultural de cada unidade. Assim, este estudo examina as microrregiões com o objetivo de identificar unidades regionais com maior eficiência social. Ferraz et al. (2020) argumenta que a análise de municípios não é apropriada, pois municípios pequenos não possuem autonomia em áreas estratégicas, como a saúde. Esses municípios geralmente dependem de cidades de médio porte (sedes) que atendem a população circundante em vários aspectos do desenvolvimento humano.

Os indicadores calculados neste trabalho utilizam como principal referencia o estudo publicado por Ferraz *et al.* (2020). Primeiro, foi mensurado um indicador absoluto primário chamado *Índice de Privação Social (IPS)*, que usou a fronteira invertida do modelo DEA-CRS. Este indicador revela quais regiões apresentam as piores privações sociais. Segundo, com um modelo DEA-VRS, dois índices primários relativos foram mensurados. A *Eficiência Social com Fronteira Padrão (IEFP)*, que revela quais regiões são mais eficientes para a conversão de riqueza em desenvolvimento humano. O *Indicador de Eficiência Social com Fronteira Invertida (IEFI)* mostra quais regiões são piores na geração de desenvolvimento humano por meio dos recursos financeiros. O Quadro 3 resume os indicadores primários.

Quadro 3 | Indicadores primários

Índice	Objetivo	Método	Input
Índice de Privação Social (IPS)	Avaliar as regiões que possuem maior nível de privações (para fazer isso os maiores pesos foram dados para as variáveis em que a região teve pior desempenho relativamente as outras unidades).	DEA-CRS com fronteira invertida	População
<i>Eficiência Social com Fronteira Padrão</i>	Avaliar a eficiência social dando maior peso para as variáveis onde a região mais se destaca relativamente as outras (com base em seus pontos fortes).	DEA-VRS com fronteira padrão	PIB e Gastos Sociais
<i>Indicador de Eficiência Social com Fronteira Invertida</i>	Avaliar a eficiência social dando maior peso para as variáveis onde a região mais se destaca relativamente às outras (com base em seus pontos fracos).	DEA-VRS com fronteira invertida	PIB e Gastos Sociais

Fonte: Ferraz *et al.* (2020).

Note que dois indicadores primários foram calculados pela técnica da Fronteira Invertida. Angulo-Meza e Lins (2002) consideram as forças e fraquezas de cada unidade tomadora de decisão, combinando a fronteira padrão e a fronteira invertida. Assim, a combinação dos indicadores primários possibilita a criação de um indicador composto.

Em terceiro lugar, foi criado o *Indicador de Eficiência Social (IES)*, que combina a fronteira padrão e invertida dos indicadores primários. Ademais, este indicador considera a eficiência relativa de cada região. O *IES* também avalia a eficiência social de acordo com os pontos fortes e fracos de cada região. O Quadro 4 resume os indicadores compostos.

Quadro 4 | Indicadores compostos

Indicador	Objetivo	Fórmula	Peso usado	Escala
Indicador de Eficiência Social (IES)	Para avaliar o desempenho das regiões em converter os gastos sociais e / ou riqueza econômica em capacidades, destacando os pontos fortes e fracos	$IES = \beta * + IEF(1 - \beta) * (1 - IEF)$	$\beta = 0,5$	0 (menor eficiência) e 1 (a mais alta eficiência)

Fonte: Ferraz *et al.* (2020).

Finalmente, todos os indicadores seguiram o método de normalização *Min-Max* (Expressão 2), tornando-os comparáveis (de zero a um).

$$\text{Valor normalizado } x = \frac{x - \text{Min}(x)}{\text{Max}(x) - \text{Min}(x)} \quad (1)$$



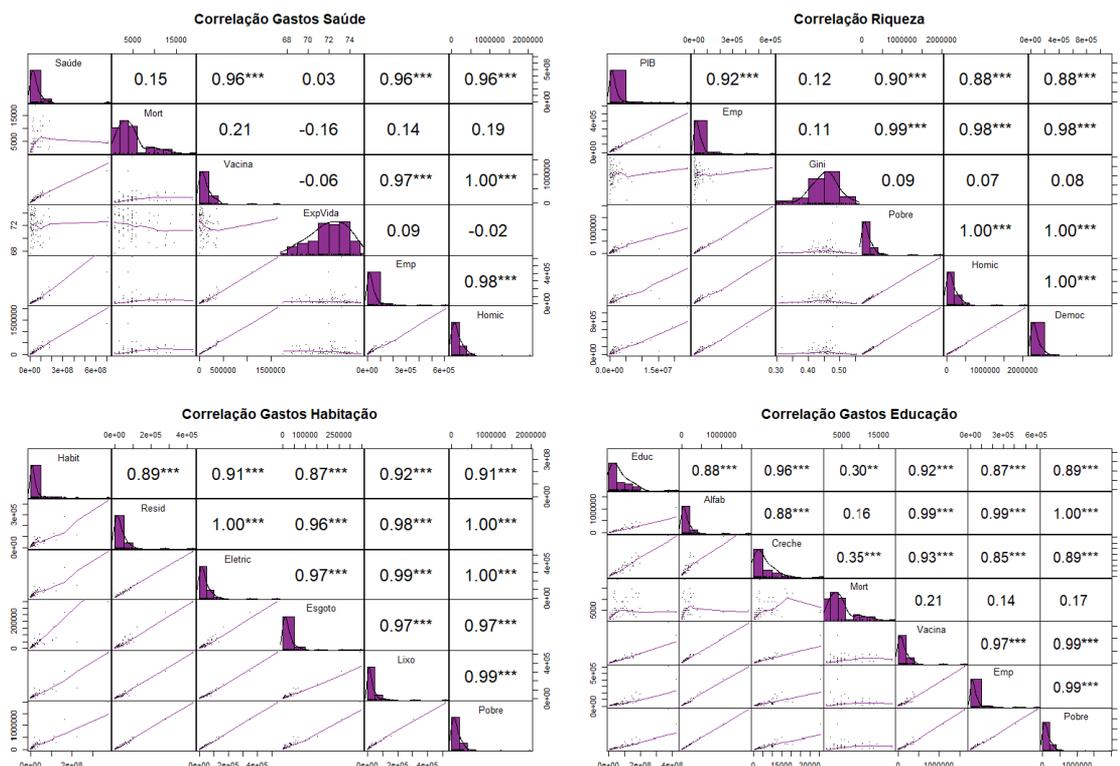
onde, $Min(x)$ e $Max(x)$ são os valores máximo e mínimo da amostra, respectivamente. Além disso, as estimativas foram calculadas com os *softwares Stata* e *R*. Desta forma, o Indicador de Eficiência Social (IES) informa que as microrregiões com coeficiente igual a zero são as regiões ineficientes. Por outro lado, as microrregiões com coeficiente igual a um são consideradas eficientes. Este indicador traz interpretação direta e útil para os formuladores de políticas públicas da Região Amazônica do Brasil.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção discute os resultados encontrados para a eficiência social na região Amazônica. O trabalho analisou 87 microrregiões de 9 estados brasileiros, que correspondem a 772 municípios do país. Primeiro, foram analisados os inputs e outputs escolhidos para o modelo DEA. A análise de correlação revela que todos os inputs estão correlacionados com os outputs. Por exemplo, a riqueza (PIB) possui correlação com a quantidade de pessoas empregadas (92%), Índice de Gini (12%), pessoas em extrema pobreza (90%), número de homicídios (88%) e participação democrática (88%). Os gastos em educação possuem correlação com o número de pessoas alfabetizadas (88%), quantidade de crianças na creche (96%), mortalidade infantil (30%), número de pessoas vacinadas (92%), pessoas empregadas (87%) e pessoas em extrema pobreza (89%). Os gastos em habitação têm correlação com a quantidade de pessoas com residência própria (89%), residências com acesso à eletricidade (91%), esgoto (87%) e coleta de lixo (92%) e pessoas na extrema pobreza (91%). Por fim, os gastos em saúde têm correlação com mortalidade infantil (15%), pessoas vacinadas (96%), expectativa de vida (3%), pessoas empregadas (96%) e taxa de homicídios (96%). A maior parte das correlações possui significância estatística de 1%. Este resultado corrobora com o estudo de Ferraz et al. (2020). Note que os outputs indesejáveis foram ajustados por translação linear decrescente (Hashimoto; Ishikawa, 1993; Cook; Zhu, 2014), o que explica a correlação positiva entre todas as variáveis. A Figura 1 ilustra a relação entre os inputs e outputs do modelo DEA.



Figura 1 | Relação entre os *inputs* e *outputs* do modelo DEA



Fonte: Elaborado pelos autores.

A Tabela 1 traz a média da eficiência social e do IDH tradicional (IBGE, 2010) para os estados da Região Amazônica. O Indicador de Eficiência Social (IES) mostra que, em média, o Acre (0,5741) é socialmente mais eficiente do que os demais estados. Por outro lado, Roraima (0,0906) foi o estado com a pior posição média entre as unidades federativas analisadas.

Tabela 1 | Ranking médio das unidades federativas da Região Amazônica

Unidades Federativas	Médias dos Índices Normalizados	
	IES	IDH
Acre	0,5741	0,5068
Tocantins	0,5207	0,6606
Mato Grosso	0,3218	0,8118
Amapá	0,2916	0,6215
Pará	0,2542	0,5007
Rondônia	0,2097	0,6796
Maranhão	0,1729	0,5346
Amazonas	0,1041	0,3283
Roraima	0,0906	0,6594

Fonte: Elaborado pelos autores.

Uma descoberta importante foi a discrepância entre o Indicador de Eficiência Social e o IDH tradicional. Note, por exemplo, que Roraima possui o pior indicador de eficiência, mas está entre os estados com maior IDH (0,6594) da região. A discrepância entre esses tipos de indicadores foi observada por outros estudos (Despotis, 2005; Ferraz et al., 2020). Este resultado demonstra que o indicador absoluto (IDH) não revela adequadamente como os recursos financeiros são utilizados para gerar desenvolvimento humano.

A análise das 87 microrregiões amazônicas mostrou que as Top-5 regiões são: Alto Paraguai (MT), Arari (PA), Brasiléia (AC), Araguaína (TO) e Rio Branco (AC). Note que nenhuma microrregião dos estados Amapá, Amazonas, Rondônia, Roraima e Maranhão aparecem no Top-5 da eficiência social. Este resultado é importante, pois indica quais regiões podem receber recursos financeiros para gerar desenvolvimento humano de forma mais eficiente. Este é um resultado prático relevante, pois indica para os formuladores de políticas públicas quais regiões da Amazônia devem ser priorizadas para receber gastos sociais. Note que a justificativa de priorização destas regiões decorre do mérito em ser socialmente eficiente. Em outros termos, aplicando recursos públicos nessas regiões, o desenvolvimento humano na Região Amazônica ocorreria de forma acelerada por meio da riqueza local e dos gastos sociais.

Vale destacar que apenas a microrregião de uma capital estadual está no topo da eficiência social (Rio Branco), sendo que as microrregiões das demais capitais não obtiveram boas colocações, como Porto Velho (82° colocação), Boa Vista (77°), Cuiabá (69°), Belém (51°), Aglomeração Urbana de São Luís (43°) e Macapá (16°). Este resultado mostra que as microrregiões das capitais não possuem maior eficiência social do que microrregiões do interior de cada estado. A Tabela 2 resume as Top-5 e as Bottom-5 microrregiões da análise.



Tabela 2 | Top-5 e Bottom-5 microrregiões amazônicas em eficiência social

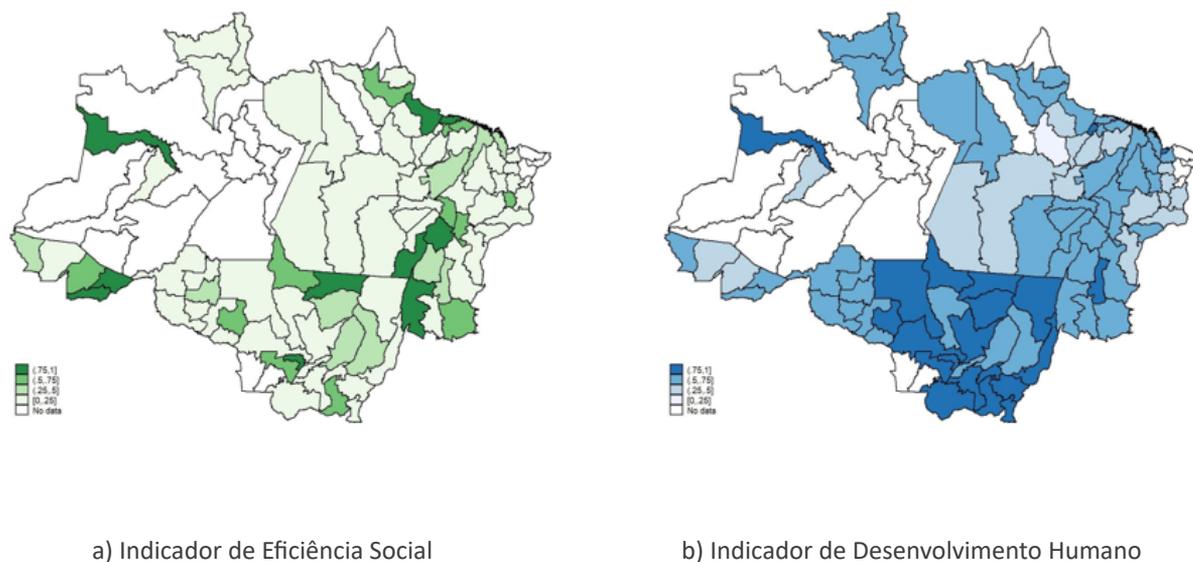
Microrregião	UF	IES	Rank IES	IDH (normalizado)	Rank IDH	Mudança Rank
<i>Top-5 microrregiões</i>						
Alto Paraguai	MT	1.0000	1	0.8102	13	-12
Arari	PA	0.8849	2	0.5060	68	-66
Brasiléia	AC	0.8744	3	0.5889	52	-49
Araguaína	TO	0.8716	4	0.6722	31	-27
Rio Branco	AC	0.8290	5	0.6054	46	-41
<i>Bottom-5 microrregiões</i>						
Gerais de Balsas	MA	0.0307	83	0.4586	78	5
Parauapebas	PA	0.0292	84	0.5873	53	31
Tucuruí	PA	0.0214	85	0.4659	77	8
Marabá	PA	0.0028	86	0.5434	59	27
Óbidos	PA	0.0000	87	0.6355	37	50

Fonte: Elaboração própria.

As Bottom-5 microrregiões em eficiência social são: Gerais de Balsas (MA), Parauapebas (PA), Tucuruí (PA), Marabá (PA) e Óbidos (PA). Note que a maior parte das microrregiões menos eficientes estão concentradas no estado do Pará. Além disso, algumas regiões têm como principal atividade produtiva o extrativismo, em especial, a mineração. Desta forma, estas microrregiões possuem muitos recursos financeiros decorrentes da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM) (Borges; Borges, 2011). Entretanto, estas regiões não conseguem utilizar eficientemente os recursos para gerar desenvolvimento humano. Este resultado indica que estas regiões têm desperdiçado recursos públicos e a riqueza local para gerar desenvolvimento humano. Note que há discrepância entre o Índice de Eficiência Social e o IDH. De fato, a correlação entre o IES e o IDH foi de apenas 19,07% para as microrregiões analisadas. Diversas microrregiões com baixos índices de desenvolvimento humano apresentaram alta performance para a eficiência social. Por exemplo, a microrregião de Arari (PA), onde o IES (0,8849) foi bem maior do que o IDH (0,5060). O mesmo aconteceu com outras regiões, como Sena Madureira (AC) [0,6819; 0,4789], Conceição do Araguaia (PA) [0,8051; 0,5248],

Presidente Dutra (MA) [0,6323; 0,4859] e Brasiléia (AC) [0,8744; 0,5885]. Estas regiões merecem destaque pelo trabalho adequado em transformar gastos sociais e riqueza local em desenvolvimento humano, mesmo tendo um baixo IDH. A Figura 2 ilustra a diferença entre o Índice de Eficiência Social (2a) e o Índice de Desenvolvimento Humano (2b), sendo que as cores mais escuras indicam eficiência social ou desenvolvimento humano maior.

Figura 2 | Mapa do Índice de Eficiência Social e IDH na Amazônia



Fonte: Elaboração própria

Por outro lado, algumas regiões apresentaram alto IDH, mas baixa performance em eficiência social. Este é o caso da microrregião de Parecis (MT), pois o IES (0,1040) é bem menor do que o IDH (0,91340) local. O mesmo aconteceu para Cuiabá (MT) [0,1041; 0,8841], Alto Pantanal (MT) [0,1041; 0,8734], Médio Araguaia (MT) [0,1042; 0,7696], e Colorado do Oeste (RO) [0,0527; 0,7319]. Note a predominância de microrregiões no estado do Mato Grosso que apresentaram eficiência social bem menor do que o desenvolvimento humano. Este resultado demonstra a distorção que a análise por indicadores absolutos traz para a abordagem da eficiência social (Ferraz et al., 2020). Em resumo, os resultados deste artigo demonstram que a eficiência social é uma abordagem relevante para a Região Amazônica.

Note que estes resultados são relevantes para o desenvolvimento local da Amazônia Legal brasileira. Isto porque o Indicador de Eficiência Social fornece subsídios valiosos para a formulação de políticas públicas mais eficazes e direcionadas ao desenvolvimento humano local. A identificação das microrregiões com maior Índice de Eficiência Social (IES) permite que os gestores públicos priorizem áreas que demonstram maior capacidade de transformar recursos financeiros e públicos em desenvolvimento humano. Isso representa um avanço importante na lógica de alocação orçamentária, pois não se trata apenas de identificar regiões com baixo desenvolvimento, mas sim de investir naquelas que apresentam

mérito em eficiência, ou seja, capacidade de gerar resultados sociais positivos com os recursos disponíveis. Essa abordagem potencializa os efeitos dos gastos públicos, acelerando o desenvolvimento humano de forma estratégica e eficaz, com base em evidências quantitativas. Por outro lado, a identificação das microrregiões menos eficientes, especialmente aquelas concentradas no estado do Pará e fortemente ligadas ao extrativismo mineral, revela um padrão preocupante de má alocação de recursos. Sendo assim, pode-se engendrar o desenvolvimento local por meio de políticas públicas, a saber: a) incentivo à eficiência na gestão pública local, a fim de premiar e ampliar a capacidade administrativa de microrregiões com alto Índice de Eficiência Social (IES), mesmo quando o IDH é baixo; b) Plano de Reestruturação da Aplicação dos Royalties Minerários (PRARM), a fim de reformular o uso dos recursos oriundos da Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM) em microrregiões extrativistas com baixo desempenho social e, c) Política de Interiorização de Investimentos Sociais (PIIS), a fim de redirecionar parte dos investimentos públicos federais e estaduais para microrregiões do interior com alto potencial de eficiência, ao invés de concentrar os recursos nas capitais.

Note ainda que a baixa correlação entre o IES e o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) reforça a necessidade de políticas baseadas em eficiência e não apenas em indicadores absolutos de desenvolvimento. Microrregiões com baixo IDH, mas alto IES mostram que é possível alcançar resultados expressivos em contextos adversos, sendo exemplos de boas práticas que devem ser valorizadas e replicadas. Essas evidências fornecem um novo olhar para os formuladores de políticas, ao destacar que a eficiência na aplicação dos recursos pode ser mais determinante para o progresso do que a simples disponibilidade de riqueza.

Em resumo, apenas 10 microrregiões (11,50%) estão no quartil que representa a maior eficiência social (0,75 a 1,0). Em contraste, 63,22% das microrregiões analisadas (55 microrregiões) estão localizadas no pior quartil do ranking de eficiência (0,0 a 0,25). Este resultado revela que, embora existam regiões socialmente eficientes, a maioria das microrregiões da Região Amazônica podem ser consideradas socialmente ineficientes (ou pouco eficientes). Ademais, o Índice de Desenvolvimento Humano não é capaz de demonstrar estes resultados, o que coloca o Índice de Eficiência Social (IES) como uma poderosa ferramenta para os formuladores de políticas públicas na Amazônia.



CONCLUSÃO

Este trabalho alcançou o objetivo de mensurar a eficiência social e contribuiu por relevar a performance de 87 microrregiões da Amazônia brasileira. Utilizando os gastos sociais e a riqueza como *inputs* para 14 variáveis sociais, foi possível apresentar o Índice de Eficiência Social (IES) e compará-lo com o tradicional Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). Em resumo, este artigo revelou que a maior parte das microrregiões da Amazônia são socialmente ineficientes. Ademais, apenas uma capital estadual, Rio Branco (AC), esteve no topo do ranking de eficiência social. Vale destacar que, as piores posições no ranking de eficiência foram ocupadas por microrregiões no Pará. As regiões com alto IDH, mas baixa eficiência social, estão concentradas no Mato Grosso.

Os resultados apresentados são relevantes para formuladores de políticas públicas dos estados que compõem a Amazônia Legal, além das autoridades federais e organismos internacionais, que disponibilizam recursos financeiros para o desenvolvimento social da Amazônia. Isto porque, este trabalho revelou as microrregiões com maior potencial para utilizar os recursos financeiros e riqueza local de forma eficiente. Em outros termos, regiões como Alto Paraguai (MT) e Arari (PA) têm utilizado os recursos financeiros de forma adequada, o que demonstra capacidade de gerar melhor desenvolvimento humano local. Além disso, microrregiões, como Sena Madureira (AC) e Conceição do Araguaia (PA), têm feito boa utilização dos recursos financeiros, embora apresentem baixo nível de desenvolvimento humano. Neste aspecto, os formuladores de políticas públicas possuem um indicador objetivo para direcionar gastos sociais futuros na região da Amazônia.

Embora este trabalho tenha apresentado contribuições para a região, algumas limitações e direcionamentos futuros devem ser levados em conta. Primeiro, apenas uma microrregião foi analisada no estado do Amazonas, pois não há dados suficientes para análise das demais microrregiões. Segundo, informações sobre o meio ambiente (desmatamento, emissão de CO_2 , poluição, etc.) não foram consideradas. Embora este estudo foque em questões sociais para a população local, as questões ambientais são relevantes para a Região Amazônica. Terceiro, não foram consideradas informações sobre corrupção para o cálculo da eficiência social. Sugere-se que estudos futuros levem em conta denúncias de corrupção na utilização dos recursos públicos da região. Finalmente, este estudo conclui que o desenvolvimento econômico e social da Amazônia



depende da boa utilização dos gastos sociais e riqueza local. Isto requer ferramentas analíticas objetivas para os formuladores de políticas públicas como, por exemplo, o indicador apresentado neste artigo.

REFERÊNCIAS

- ALKIRE, S.; FOSTER, J. Counting and multidimensional poverty measurement. *Journal of public economics*, Elsevier, v. 95, n. 7-8, p. 476–487, 2011.
- ANGULO-MEZA, L.; LINS, M. P. E. Review of methods for increasing discrimination in data envelopment analysis. *Annals of Operations Research*, Springer, v. 116, n. 1, p. 225–242, 2002.
- ATKINSON, A. B. Multidimensional deprivation: contrasting social welfare and counting approaches. *The Journal of Economic Inequality*, Springer, v. 1, p. 51–65, 2003.
- BANKER, R. D.; CONRAD, R. F.; STRAUSS, R. P. A comparative application of data envelopment analysis and translog methods: an illustrative study of hospital production. *Management science*, INFORMS, v. 32, n. 1, p. 30–44, 1986.
- BILBAO-UBILLOS, J. Another approach to measuring human development: The composite dynamic human development index. *Social indicators research*, Springer, v. 111, p. 473–484, 2013.
- BORGES, Fabrini Quadros; BORGES, Fabricio Quadros. Royalties minerais e promoção do desenvolvimento socioeconômico: uma análise do projeto carajás no município de Paraupébas no Pará. **Planejamento e Políticas Públicas**, n. 36, 2011.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. *European journal of operational research*, Elsevier, v. 2, n. 6, p. 429–444, 1978.
- COOK, W. D.; ZHU, J. Data envelopment analysis: A handbook of modeling internal structure and network. Springer, 2014.
- DESPOTIS, D. K. A reassessment of the human development index via data envelopment analysis. *Journal of the operational research society*, Springer, v. 56, p. 969–980, 2005.
- DOMÍNGUEZ-SERRANO, M.; BLANCAS, F. J. A gender wellbeing composite indicator: The best-worst global evaluation approach. *Social Indicators Research*, Springer, v. 102, p. 477–496, 2011.
- DREZE, J.; SEN, A. *Hunger and public action*. [S.l.]: Clarendon Press, 1990.
- FERRAZ, D.; MORALES, H. F.; CAMPOLI, J. S.; OLIVEIRA, F. C. R.; REBELATTO, D. A. N. Economic complexity and human development: DEA performance measurement in Asia and Latin America. *Gestão & Produção*, v. 25, n. 4, p. 839-853, 2018.
- FERRAZ, D.; MARIANO, E. B.; REBELATTO, D.; HARTMANN, D. Linking human development and the financial responsibility of regions: Combined index proposals using methods from data envelopment analysis. *Social Indicators Research*, v. 150, p. 439-478, 2020.
- FERRAZ, D.; ALVES, R. L.; VAZ, D. L.; SANTOS, V. S. Privação social e responsabilidade financeira no estado do Pará/Brasil. *Ouro Preto: Simpósio de Engenharia de Produção (SIENPRO)*, 2021.
- FUKUDA-PARR, S.; LAWSON-REMER, T.; RANDOLPH, S. An index of economic and social rights fulfillment: concept and methodology. *Journal of Human Rights*, Taylor & Francis, v. 8, n. 3, p. 195–221, 2009.



GRIMM, M.; HARTTGEN, K.; KLASSEN, S.; MISSELHORN, M. A human development index by income groups. *World Development*, v. 36, n. 12, p. 2527-2546, 2008.

HASHIMOTO, A.; ISHIKAWA, H. Using dea to evaluate the state of society as measured by multiple social indicators. *Socio-Economic Planning Sciences*, Elsevier, v. 27, n. 4, p. 257-268, 1993.

HERRERO, C.; MARTÍNEZ, R.; VILLAR, A. Multidimensional social evaluation: an application to the measurement of human development. *Review of Income and Wealth*, Wiley Online Library, v. 56, n. 3, p. 483-497, 2010.

IBGE. *Pesquisa de orçamentos familiares: 2017-2018: perfil das despesas no Brasil: indicadores selecionados*. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. (ID: 101761). Descrição física: 110 p. ISBN 9786587201276.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). *Censo Demográfico 2010*. Rio de Janeiro: [s.n.], 2010. <<http://censo2010.ibge.gov.br>>. Acesso: maio 2018.

IPAM. *A importância das florestas em pé*. 2024. Acesso em: 31 maio 2024. Disponível em: <<https://ipam.org.br/cartilhas-ipam/a-importancia-das-florestas-em-pe-2/>>.

MARIANO, E. B. *Progresso e Desenvolvimento Humano: Teorias e indicadores de riqueza, qualidade de vida, felicidade e desigualdade*. [S.l.]: Alta Books, 2019.

MARIANO, E. B.; REBELATTO, D. A. d. N. Transformation of wealth produced into quality of life: analysis of the social efficiency of nation-states with the dea's triple index approach. *Journal of the Operational Research Society*, Springer, v. 65, p. 1664-1681, 2014.

MARIANO, E. B.; SOBREIRO, V. A.; REBELATTO, D. A. do N. Human development and data envelopment analysis: A structured literature review. *Omega*, Elsevier, v. 54, p. 33-49, 2015.

MORAIS, P.; CAMANHO, A. S. Evaluation of performance of european cities with the aim to promote quality of life improvements. *Omega*, Elsevier, v. 39, n. 4, p. 398-409, 2011. 4

NUSSBAUM, M. C. *Women and human development: The capabilities approach*. [S.l.]: Cambridge university press, 2000. v. 3.

PNUD. *Human Development Report 2016: Technical Notes*. 2016. Acesso em: 31 maio 2024. Disponível em: <<https://hdr.undp.org/en/2016-report>>.

RANIS, G.; STEWART, F.; SAMMAN, E. Human development: beyond the human development index. *Journal of Human Development*, Taylor & Francis, v. 7, n. 3, p. 323-358, 2006.

RAVALLION, M. Troubling tradeoffs in the human development index. *Journal of development economics*, Elsevier, v. 99, n. 2, p. 201-209, 2012.

RIBEIRO, A. P.; SILVA, S. T.; GUIMARÃES, D. Macroeconomic fundamentals of poverty and deprivation: an empirical study for developed countries. *The European Journal of Development Research*, Springer, v. 27, p. 37-66, 2015.

RODRIGUES, D. L.; SILVA, D. N. Pobreza na amazônia brasileira e os desafios para o desenvolvimento. *Cadernos de Saúde Pública*, SciELO Brasil, v. 39, n. 10, p. e00100223, 2023.

ROMANO, T. d. A.; MASCARENHAS, A. d. N. Educação profissional e qualidade de vida do Amazonas (brasil). In: ISPA- INSTITUTO UNIVERSITÁRIO. *Actas do 12º Congresso Nacional de Psicologia da Saúde*. [S.l.], 2018. p. 805-812.

SAGAR, A. D.; NAJAM, A. The human development index: a critical review. *Ecological economics*, Elsevier, v. 25, n. 3, p. 249-264, 1998.

SEN, A. The concept of development. *Handbook of development economics*, Elsevier, v. 1, p. 9-26, 1988.



SEN, A. Development as freedom. *Development in Practice-Oxford-*, OXFAM, v. 10, n. 2, p. 258–258, 2000.

SILVEIRA, B. C.; SILVA, R. G. da; CARVALHO, L. de A. Índice relativo de qualidade de vida da região norte: uma aplicação da análise fatorial. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, v. 4, n. 4, 2008.

TOWNSEND, P. Deprivation. *Journal of social policy*, Cambridge University Press, v. 16, n. 2, p. 125–146, 1987.



Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons
Atribuição 4.0 Internacional.

