Eficiência dos Sistemas de Saúde

Alexandre Marinho
Técnico de Planejamento e Pesquisa do Ipea
Professor Associado da FCE-UERJ
alexandre.marinho@ipea.gov.br

Brasília, 19/06/2018

Estrutura da apresentação

1. Objetivos e justificativas.
2. Benchmarking.
3. Eficiência em Economia: uma ferramenta para o Benchmarking. Alguns conceitos e limitações.
4. Metodologias para avaliação de Eficiência em Economia.
4. Exemplo(s) de aplicação.

“Use a estatística como um bêbado usa os postes. Muito mais como apoio do que como iluminação”.

Andrew Lang
(1844-1912)

Objetivos

Obter uma visão geral dos esforços para fazer avaliação de eficiência econômica em saúde.

Seria possível fornecer uma visão do uso desses métodos no Brasil. Preferimos, no momento, apresentar as bases científicas e técnicas desses métodos.

Justificativas

A proporção do PIB nacional dedicado à saúde pode ser medida, e vem aumentado consistentemente ao longo dos anos no Brasil e no mundo.

Os gastos em saúde per capita também têm aumentado consistentemente.
Por outro lado, os resultados em saúde, em muitos países (Brasil inclusive) são controversos.

Ademais, no Brasil, as principais fontes de financiamento (famílias e orçamentos públicos) estão pressionadas.

E, por último, e quiçá principalmente, a eficiência na prestação de serviços públicos de saúde é um mandamento constitucional: Consta no caput do artigo 37: "*A administração pública direta e indireta de qualquer dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios obedecerá aos princípios de legalidade, impessoalidade, moralidade, publicidade e eficiência (grifo nosso)...*"

Custos crescentes mas resultados duvidosos. Por que?

- **A demanda**

- **Envelhecimento da população: vidas mais longas e com mais doenças crônicas.**
- ***Boom* de informação: expectativas crescentes sobre condições de saúde. Há, aparentemente, muitas opções de tratamentos e panaceias.**
- **A "luta por democracia": direitos civis têm de ser respeitados; Políticas Públicas e organizações privadas têm de respeitar as preferências dos cidadãos: "Os que vão morrer não te saúdam! ".**
- **Problemas informacionais: informação assimétrica; *moral hazard* (*overuse, misuse and underuse*), agenciamento (*agency*).**

Custos crescentes mas resultados duvidosos. Por que?

- **A oferta**

- **Tecnologias novas, caras e superpostas: “Quanto mais inventamos, mais pagamos”.**
- **Ambientes e atividades extra mercados: mecanismos de preços não funcionam. Eficiência alocativa não está garantida.**

Benchmarking: uma chave para avaliação de eficiência econômica em saúde

- **Não é fácil executar receitas de bolo econômicas no mundo real. O que podemos fazer, então? Uma opção é Benchmarking.**
- **Benchmarking: comparação sistemática de desempenho entre organizações visando descobrir as melhores práticas (ou, pelo menos evitar as piores práticas!).**
- **Também podemos pensar em Benchmarking intraorganizacional, ou longitudinal, ou em painel.**
- **Também é possível comparar diferentes intervenções em saúde, que podem ser políticas, tratamentos etc.**
- **Em termos econômicos a s entidades sob comparação são chamadas de Unidades Tomadoras de decisão (Decision Making Units - DMUs).**
- **Mais especificamente, DMUs são entidades econômicas comparáveis. Por favor, não perguntem o significado de "comparáveis".**

Benchmarking e incerteza

- **Nunca se tem certeza absoluta dos custos e resultados de uma intervenção em saúde.**
- **As incertezas surgem porque as intervenções em saúde são atividades humanas realizadas em seres humanos.**
- **Já se falou em "compaixão estatística" em termos de saúde pública. Mas no cerne da estatística está o concerto de incerteza.**
- **As únicas coisas certas em saúde são os custos (e a morte. Mas cliente morto também paga. Não existe morte grátis)**
- **Benchmarking visa aprendizado, que leva ao aumento do conhecimento. Conhecimento é um bem que melhora a decisão.**
- **Consequentemente, via Benchmarking, uma DMU pode melhorar os seus processo decisórios e reduzir as incertezas.**
- **Na pior hipótese, via Benchmarking, pode-se reduzir a ignorância sobre as probabilidades de cada resultado e dos respectivos possíveis custos.**

Benchmarking, coordenação e regulação

- **Benchmarking permite melhor regulação e coordenação das atividades intra e entre firmas porque ajuda a desenvolver e melhorar a orientação e o controle das DMUs e das intervenções em saúde. Por exemplo, um hospital que tem baixo desempenho pode, ao observar os benchmarks, conhecer novas tecnologias, processos produtivos mais seguros ou novas estratégias úteis.**

- **Na pior hipótese, Benchmarking pode ajudar a desenhar metas e objetivos mais realísticos e dar mais realismo a custos ou expectativas otimistas demais. Além disso, pode aumentar o moral organizacional ao deixar claro que é possível, e desejável, ser bem sucedido.**

Como avaliar eficiência econômica na prestação de serviços de saúde: um esboço passo a passo.

- **0. Pense nos objetivos do processo de Benchmarking. Esses objetivos não devem divergir dos objetivos organizacionais. Os objetivos explícitos do Benchmarking e das organizações não devem diferir daqueles efetivamente perseguidos por ambos. Mas isso acontece com frequência, o que pode demandar ajustes na avaliação.**
- **1. Selecione uma amostra efetivamente comparável de organizações, programas ou intervenções em saúde. Cada unidade será chamada de DMU.**
- **2. Quantifique (com dados reais) os inputs, outputs e outcomes relevantes. Seja cuidadoso! Essas escolhas determinarão os resultados, às vezes em maior extensão do que os métodos de análise.**

Como avaliar eficiência econômica na prestaçãode serviços de saúde: um esboço passo a passo.

- **3. Especifique, ou suponha, alguma forma de relação entre recursos e resultados (monotonicidade, convexidade, tecnologia, função de produção, função custo etc).**
- **4. Faça previsão do comportamento eficiente de acordo com o item 3 anterior.**
- **5. Para cada DMU, e para agregados relevantes delas, calcule a diferença entre os valores observados e os valores ótimos (eficientes) para inputs e outputs obtidos no item 4 anterior. Essas diferenças, ou distâncias, são as ineficiências da análise.**

Mas como executar o Benchmarking?
Como avaliar eficiência em Economia?

Visão geral do problema da avaliação de eficiência em Economia

- **Harvey Leibenstein inicia seu clássico artigo "*Allocative efficiency vs. "X-efficiency*" publicado na AER, 5, june: 392-415, 1966, com as seguintes afirmativas:**
  - **" *No cerne da Economia está o conceito de eficiência.*".**

- **Ao final do mesmo artigo Leibenstein escreve o seguinte parágrafo:**
  - **"Dois tipos gerais de movimento são possíveis. Um é o longo de uma superfície de produção na direção de maior eficiência alocativa e outro é de uma superfície de produção mais baixa mais baixa para uma superior (X-efficiency ou eficiência técnica). Os dados sugerem que os ganhos potenciais de eficiência alocativa são triviais e que os possíveis ganhos de eficiência técnica são significativos".**

- **Para Leibenstein as ineficiências seriam intrínsecas à natureza das organizações humanas e não se deveriam a descontroles técnicos ou de ordem gerencial, e estariam fora do controle dos administradores. Elas teriam origem desconhecida, daí o nome de "*X-inefficiency*". Grosso modo, seria a ineficiência técnica, medida pela distância do plano de produção de uma firma para uma isoquanta.**

Visão geral do problema da avaliação de eficiência em Economia

- **M. J. Farrel em seu artigo seminal intitulado "*The measurement of productive efficiency*"publicado no Journal of the Royal Statistical Society, A. 120(III): 253-290, 1957, desenvolveu o conceito de *isoquanta*, ao estimar uma função de produção do setor agrícola dos EUA. Ele compara a produção de uma determinada firma com uma firma hipotética que use os mesmos fatores de produção.**

- **Button & Weiman-Johnes no artigo "*Ownership structure, institutional organization and measured X-efficiency*", AER (82), 2:439-444, 1992 , vislumbram duas vertentes principais na literatura da eficiência econômica:**
- **1) a mensuração da eficiência e; 2) a explicação das causas e efeitos das ineficiências.**

- **Nas palavras de Button & Weiman-Johnes tentaremos: "...*to provide a satisfactory measure of productive efficiency...and show how it can be computed in practice*".**

Visão geral do problema da avaliação de eficiência em Economia

- **A Fronteira de Produção ou Fronteira de Eficiência: pode ser definida como o conjunto dos pontos de máxima quantidade de outputs (produtos) que podem ser obtidos dados os inputs (insumos ou recursos) utilizados. Ou, inversamente, como o conjunto dos pontos de menor quantidade de inputs necessários para produzir determinados níveis de produção.**

Problemas centrais

1.Quantos e quais inputs e outputs considerar?
2.Como agregar I e O.
3.Como determinar os valores máximos e mínimos potenciais?

Knight (1933): "*Dado que nem matéria e nem energia podem ser criadas e nem destruídas, se todos os I e O forem incluídos todas as unidades terão produtividades iguais e unitárias*". *The Economic Organization,* Harper & Row (NY): 9-10*.*

Stigler (1976): "*A (in)eficiência medida pode refletir uma falha em incorporar as variáveis e restrições corretas e em especificar corretamente os objetivos econômicos da unidade produtiva*". "*The Xistence of X-Efficiency"*. AER 66(1), march:213-216.

Knight (ibid.): "*devem ser utilizados apenas os I e O relevantes*". Relevância depende dos objetivos da organização.

Ex: uma lâmpada gera calor e luz. Se o objetivo for aquecer, uma lâmpada incandescente pode ser mais eficiente que uma fluorescente. Mas se o objetivo for iluminar, ocorre o contrário.

Problema adicional: O que fazer com os I e O relevantes mas indesejáveis?

O problema da (in)visibilidade: um problema adicional na avaliação em saúde

- *"Você não pode deixar uma pessoa morrer diante de você quando você sabe que um tratamento efetivo existe"*. Dr. Paul Farmer, *The Pathologies of Power* (2004) *apud* Muennig, P. Cost-Effectiveness Analysis in Health (2008).
- "*Você cobiça aquilo que você vê*". Dr. Hannibal Lecter, *O Silêncio dos Inocentes*.

- No Paradoxo de Fox, veremos que a prevenção é mais "custo-efetiva" do que a cura em dois estabelecimentos. Mas os casos evitados não são vistos! Trata-se de um evento não observado que terá, eventualmente, muito menor apelo para um decisor de linha de frente, ou para um político.
- Óbvio que as pessoas podem ver o resultado da não prevenção (ex: dengue). Mas ainda assim, em muitos casos, até para uma mesma doença, a decisão pode acabar sendo deslocada para as diversas opções tratamento dos doentes. A maior parte dos dados não se refere à casos evitados, que somente podem ser inferidos indiretamente.
- Note-se que a cura e a prevenção devem estar se referindo à indivíduos diferentes e o cálculo do benefícios finais fica mais complicado. Na melhor das hipóteses se referem ao mesmo indivíduo em instantes diferentes, pois a cura ocorre após a falha da prevenção.

Mas o que é mesmo eficiência econômica?

- **Os termos produtividade; eficiência e eficácia são frequentemente utilizados de modo intercambiável. Mas eles não são sinônimos em Economia.**

- **Antes mesmo de falar sobre tais conceitos, é importante distinguir a diferença entre *outputs* e *outcomes*, que não têm traduções diferenciadas muito adequadas na língua portuguesa, sob o ponto de vista de análise de eficiência.**

- **Outputs: são os produtos finais mensuráveis que a organização, intervenção ou política de saúde produz. Infelizmente, nem sempre são indicadores finais de bem-estar. Por exemplo: é muito comum utilizar quantidades de internações ou de consultas , ou consultas por medico, ou médicos por pacientes; médicos por habitantes etc como indicadores de performance. Mas esses indicadores podem não estar diretamente conectados com o bem-estar de pacientes ou populações atendidas. Em geral, esses indicadores são bens intermediários (*throughputs*) que são utilizados para gerar bem-estar mas que podem ser bem ou mal utilizados ou aferidos.**

- **Outcomes: são os indicadores que frequentemente estamos procurando. São bens finais, que impactam diretamente o bem-estar das pessoas. Mas eles não são facilmente medidos ou registrados. Por exemplo: a sobrevida estatística ajustada pela qualidade; doenças evitadas etc.**

O Conceito de Eficiência Econômica

•**Produtividade:** **é a razão matemática: outputs(O)/inputs(I). Determinantes da produtividade: ambiente, tecnologia, eficiência, aleatoriedades.**

•**Efetividade (*Effectiveness*):** **Diz respeito à implementação e ao aprimoramento de objetivos. Em termos econômicos estritos, especifica uma *função utilidade* (medida de bem-estar) bem definida que deve ser maximizada. Seja A uma DMU que produz o bem y. Teremos: Efetividade=$U_A(y)/U_{ÓTIMO}(y)$. Em termos mais operacionais, a efetividade está relacionada com a implementação e aprimoramento de *metas*, que são a *quantificação dos objetivos*.**

•**Eficácia:** **Refere-se aos objetivos pretendidos, ou seja, a atividade da DMU deve produzir os *efeitos desejados*. Costuma-se relacionar com as *condições controladas* nas quais as atividades são concebidas e simuladas.**

Eficiência (Efetividade Organizacional - *Efficiency*): **Relacionada com a *relação entre custos e benefícios ótimos*. Em termos operacionais, deve resguardar a observação de critérios mínimos de efetividade: "*As coisas certas têm de ser feitas da maneira certa*".**

IMPORTANTE: A falta de informação sobre a função utilidade nos leva, com frequência, a avaliar a eficiência (*efficiency*) ao invés da efetividade (*effectiveness*). Em geral, eficiência é uma condição *necessária*, mas *não suficiente* para efetividade, em nossos termos.

Conceitos de Eficiência Econômica

1. Eficiência técnica (física): avalia a minimização de desperdícios decorrente da minimização de inputs e a utilização do potencial produtivo decorrente da maximização dos outputs.

2. Eficiência alocativa (preços): avalia a proporção em que os O e I são combinados em relação à proporção ótima, dados os preços e custos unitários .

3. Pareto-Koopmans (1951): ET: "Uma unidade produtiva é eficiente se um aumento em qualquer output requer a redução da quantidade de pelo menos um outro output, ou o aumento da quantidade de pelo menos um input, e se a redução de qualquer input requer um aumento da quantidade de pelo menos um outro input para manter as quantidades de todos os outputs, ou a redução da quantidade de pelo menos um output. Um produtor tecnicamente ineficiente poderia produzir as mesmas quantidades de todos os outputs utilizando menor quantidade de pelo menos um input, ou utilizar as mesmas quantidades de todos os inputs para produzir mais de pelo menos um output.
Koopmans T. (1951). *Activity analysis of production and allocation*. John Wiley &Sons, New York.

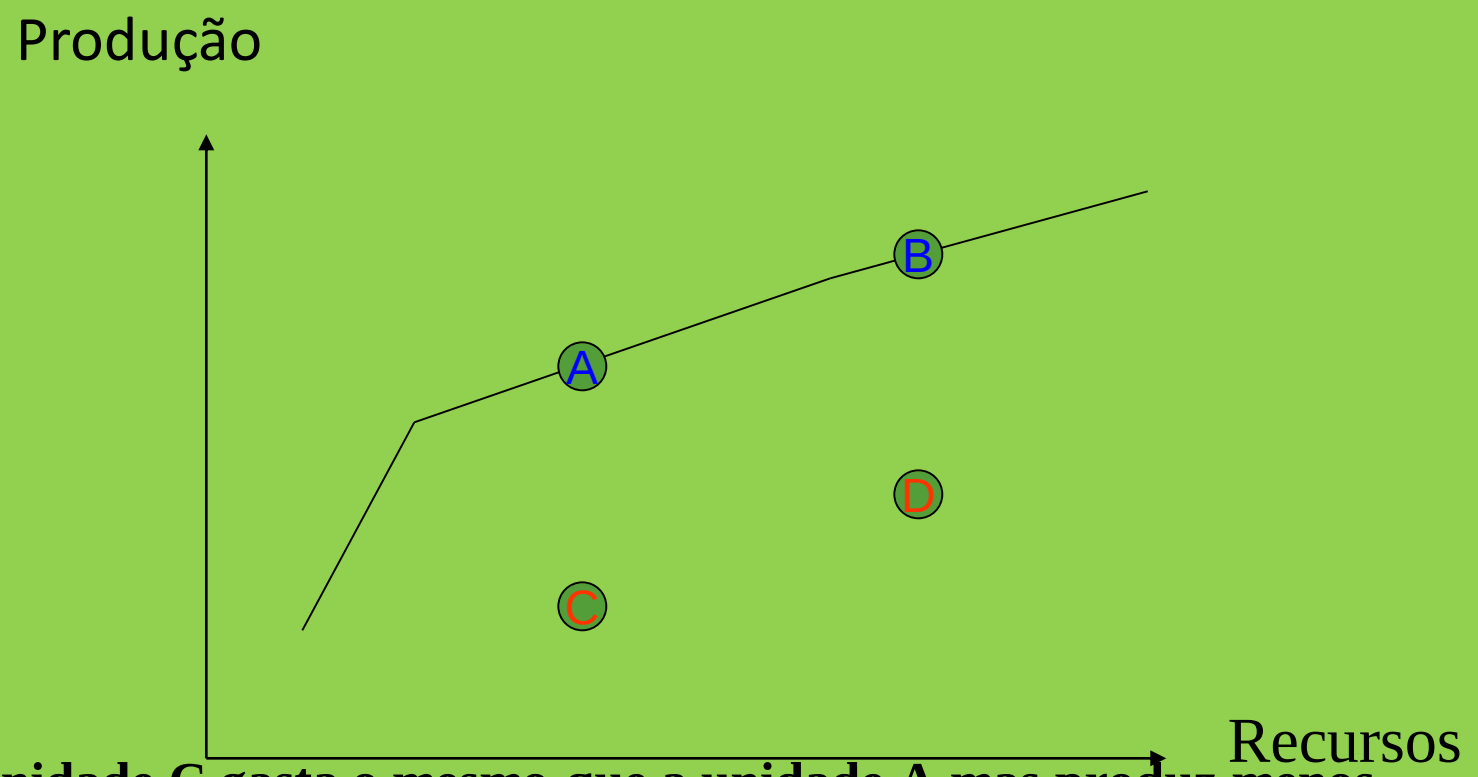
Propriedades de uma medida de eficiência

- **Flexibilidade: para ter interesse geral, um conceito de eficiência deve ser aplicável a uma ampla classe de tecnologias.**
- **Métrica: uma medida de eficiência, basicamente, mapeia um plano de produção e uma tecnologia no conjunto dos números reais. Isso significa que a medida de eficiência deve ser um número real.**
- **Comensurabilidade ou invariância para permutações e reescalonamento: não importa a ordem de apresentação de inputs e de outputs. Também não interessa se reescalonamos todos os diferentes inputs e outputs. Por exemplo, não importa se medimos os x-puts em m ou km, em unidades ou em milhares de unidades.**
- **Indicação: somente os pontos eficientes sob Pareto-Koopmans são plenamente eficientes. A medida de Farrel (radial) não tem essa propriedade. Pareto-Koopmans tem, obviamente.**

Propriedades de uma medida de eficiência

- **Homogeneidade de grau 1: Se multiplicamos os inputs por uma constante positiva, dividimos a eficiência pela mesma constante. Se multiplicarmos os outputs por uma mesma constante positiva a eficiência será multiplicada pela mesma constante.**
- **Monotonicidade: se aumentamos o consumo de pelo menos um input reduzimos a eficiência. Análogo para redução de algum output. Não existe em Farrel mas existe em PK.**
- **Continuidade: se variarmos o consumo de inputs de modo proporcional o escore de eficiência deve variar continuamente. Não desejamos que pequenos erros nos dados tenham impactos dramáticos na eficiência. Existe em Farrel e em PK.**

As fronteiras de eficiência: visão simplificada da fronteira de produção



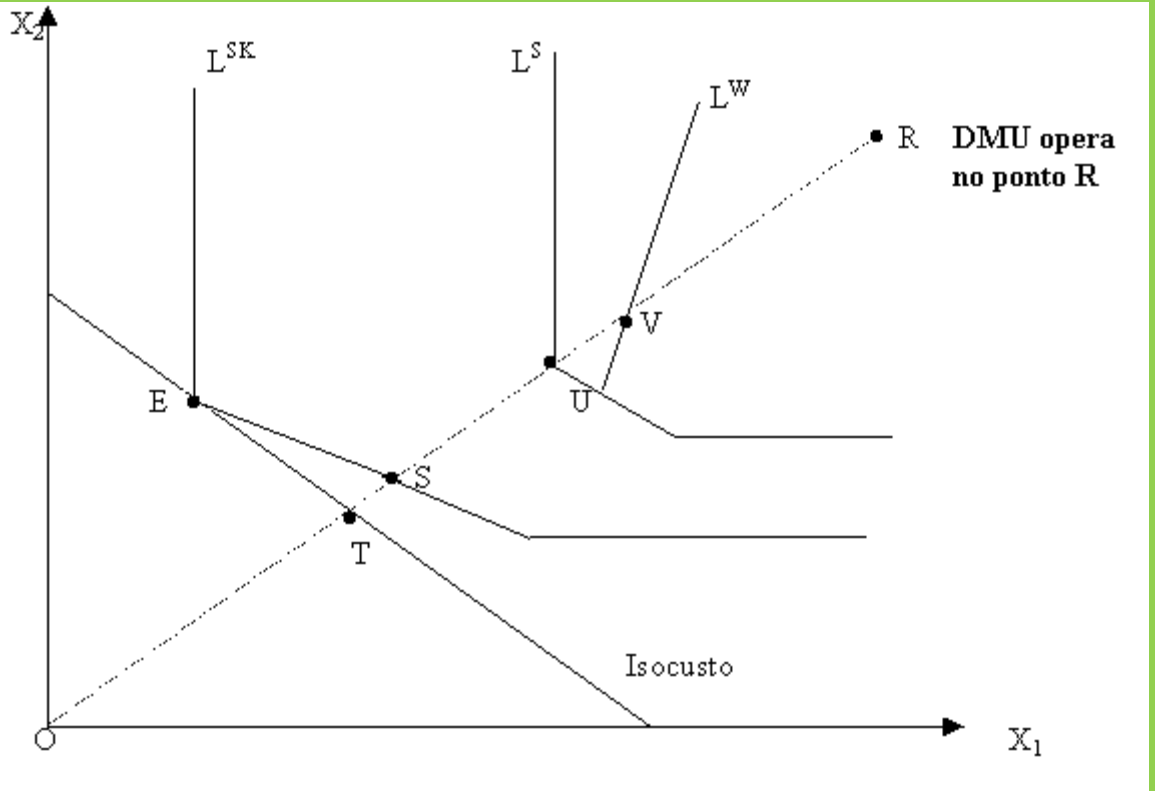
A unidade C gasta o mesmo que a unidade A mas produz menos.

A unidade D gasta o mesmo que a unidade B mas produz menos.

A e B são eficientes. B e D são ineficientes. Mas como comparar C e D?

Visão da isoquanta e medidas de eficiência (mais detalhes adiante)

A DMU R consome os inputs (X_1 e X_2) correspondentes ao ponto R, mas o nível de produção será medido pelas isoquantas. Ela gasta mais do que o necessário.



$$\frac{OS}{OR} = Técnica\,(CCR) \qquad \frac{OT}{OS} = Alocativa \qquad \frac{OT}{OR}(Total) = \frac{OS}{OR} * \frac{OT}{OS} = CCR * Alocativa$$

$$\frac{OU}{OR} = BCC \qquad \frac{OS}{OU}(Escala) = \frac{\frac{OS}{OR}}{\frac{OU}{OR}} = \frac{CCR}{BCC}$$

$$\frac{OU}{OV} = Congestão \qquad \frac{OV}{OR} = Técnica\ \ Pura$$

Tipo de eficiência	Distância Relativa	Descrição
Eficiência Técnica de Longo Prazo	OS/OR	Mede a razão entre a distância da origem até a isoquanta de longo prazo (OS) e a distância da origem até o ponto de operação (OR), é independente dos preços dos inputs representados pela isocusto.
Eficiência Alocativa	OT/OS	Mede a razão entre a distância da origem até a isocusto (OT) e a distância da origem até a isoquanta de longo prazo (OS).
Eficiência Total	OT/OR=(OS/OR)x(OT/OS)	Mede a razão da distância que vai da origem até a isocusto (OT) e a distância que vai da origem até o ponto de operação (OR).
Eficiência de Escala	OS/OU	Mede a razão entre a distância relativa (OS/OR) entre a isoquanta de longo-prazo e o ponto R e a distância relativa (OU/OR) entre isoquanta de curto prazo e o ponto R. É uma medida relativa do afastamento entre as isoquantas. Se a isoquanta de curto-prazo coincidir com a de longo-prazo a escala é ótima, e a eficiência de escala será unitária.

Uma taxonomia dos modelos: métodos paramétricos e não paramétricos, estocásticos e não estocásticos.

- **Paramétricos: Apresentam uma forma funcional (ex: Cobb-Douglas, Translog) pré-definida, e um conjunto finito de parâmetros a determinar. Ex: SFA (*Stochastic Frontier Analysis*), COLS (*Corrected Ordinary Least Squares*).**
- **Não paramétricos: são bem menos restritos que os paramétricos. Apresentam uma grande classe de funções (ex: funções convexas crescentes) fixadas a priori. Os dados são usados para estimar uma dessas funções. As classes de funções são tão amplas que não permitem a fixação de uma quantidade limitada de parâmetros que definam, para representar a população, uma fdp dependente de parâmetros, (como a distribuição normal, uniforme etc). Ex: DEA (*Data Envelopment Analysis*), FDH (*Free Diposal Hull*).**

Uma taxonomia dos modelos: métodos paramétricos e não paramétricos, estocásticos e não estocásticos

- **Estocásticos: permitem, a priori, que os dados possam ser afetados por erros aleatórios e buscam identificar uma estrutura média (regressão) livre dos impactos dos erros. Nem todo os desvios em relação à fronteira são atribuídos às ineficiências, mas também à perturbações estocásticas, erros de medida etc. Eventualmente, podem existir observações acima da fronteira, por causa dos erros. Ex: SFA.**
- **Não estocásticos: Os erros estocásticos são suprimidos. E as variações nos dados são consideradas suficientes para inferir sobre a tecnologia. Ex: DEA, FDH, COLS. Em uma mesma amostra, tendem a atribuir maiores valores às ineficiências do que os métodos estocásticos pois envolvem os dados por baixo (envoltória ou fronteira de custos) ou por cima (envoltória ou fronteira de produção). Todo o desvio é ineficiência.**
- **Existem combinações dos métodos anteriores. EX: DEA estocástica.**

Medidas simples de eficiência (Indicadores de Performance – Performance Indicators- PIs)

- **Vantagens: São medidas simples; práticas e; eventualmente, tradicionais.**
- **Desvantagens: podem não ter conexão com a teoria econômica; misturar livremente inputs com inputs ou outputs com outputs; ou variáveis endógenas com exógenas.**
- **Usualmente, os PIs envolvem alguma razão matemática do tipo: professor/aluno; consultas/médico. Note que nenhuma das duas se refere aos resultados efetivamente desejados. Professores e alunos são, ambos inputs para a produção de resultados em e educação. Consultas são, e eventualmente outputs (ou *throughputs)*, mas não são *outcomes* (resultados finais)).**
- **Os PIS assumem retornos constantes de escala. Suponha que a relação professor/aluno de uma escola com uma única turma seja igual a 1/20. Então, outra escola com relação igual a 10/200 tem o mesmo desempenho, independentemente do tamanho (escala) da turma.**
- **Mas os PIs revelam alguma informação sobre a tecnologia, ou sobre as razões de combinação de alguns fatores de produção importantes.**

Medidas simples de eficiência (Indicadores de Performance – Performance Indicators- PIs)

- **Um problema adicional ocorre quando resultados parciais são conflitantes. Ex: uma escola tem melhor relação professor/aluno enquanto outra tem melhor relação funcionário/aluno. Como resolver sem arbitrar pesos de modo ad hoc?**
- **Eventualmente, uma DMU pode ser pior no agregado mesmo sendo melhor nos indicadores individuais (Paradoxo de Fox).**
- **Paradoxo de Fox . Fox, K. J. (1999). *Efficiency at different levels of aggregation: public vs. private sector firms*. Economics Letters, 65: 173–176. *Apud* Bogetoft & Otto, 2011, p. 10.**
- **Seja o exemplo a seguir, que explora o citado em Bogetoft & Otto (2011).**
- **Duas Unidades de Pronto Atendimento – UPAs fazem prevenção e tratamento (cura) de doenças em pacientes, aos custos apresentados.**

A UPA A cura 20 pacientes ao custo de 10u.m. O custo unitário é 0,5u.m.
A UPA A "previne" 40 pacientes ao custo de 10u.m. O custo unitário é 0,25u.m.
Então, a UPA A atendeu 60 pacientes ao custo total de 20u.m.
O custo unitário total da UPA A é 20/60=0,33u.m.
A UPA B cura 3 pacientes ao custo de 2u.m. O custo unitário é 0,66u.m.
A UPA B "previne" 80 pacientes ao custo de 21u.m. O custo unitário é 0,26u.m.
Então, a UPA B atendeu 83 pacientes ao custo total de 23u.m.
O custo unitário total da UPA B é 23/83=0,29u.m.
A UPA A tem menores custos unitários em cada processo. Mas a UPA B é mais intensiva no processo mais barato, que é a prevenção. A UPA B é mais barata.
A razão de pacientes em prevenção/pacientes em cura em A é 40pac./20pac.=2, muito menor do que em B que é 80/3=26,7.
Mas as razões dos custos unitários de prevenção/cura em A é (0,25u.m/pac.)/(0,50u.m./pac)=0,50, apenas um pouco maior do que a de B que é (0,26u.m/pac.)/(0,66u.m./pac.)=0,39.

UPA	Cura	Prevenção	Custo Unitário Total
A	10u.m./20pac.=0,50u.m./pac.	10u.m./40pac.=0,25u.m./pac	20u.m./60pac.=0,33u.m/pac.
B	2u.m./3pac.=0,66u.m/pac	21u.m./80pac.=0,26	23u.m/83pac.=0,29u.m/pac.

Comparação entre DEA (não paramétrica e determinística) e SFA (paramétrica e estocástica)

1. DEA não faz suposição a respeito da forma funcional da função de produção. Essa é a razão porque a DEA tem maior flexibilidade que a SFA que assume explicitamente uma forma funcional.

2. DEA assume que toda a variação nos dados tem impacto significativo na eficiência e que que qualquer distância em relação à fronteira significa ineficiência. Por essa razão DEA é vulnerável a erros de medida e a ruídos nos dados. SFA distingue ruídos aleatórios de variação de eficiência e consegue trabalhar com erros e ruídos.

3. DEA não é muito vulnerável ao tamanho da amostra. SFA é altamente vulnerável e necessita obedecer às restrições usuais dos modelos econométricos.

4. SFA permite, naturalmente, fazer testes estatísticos de hipóteses e construir intervalos de confiança. DEA, em princípio, é um método não estocástico, embora progressos consideráveis tenham sido feitos.

5. SFA gera resultados que não são facilmente interpretáveis e que demandam treinamento em econometria para que sejam bem entendidos. Possivelmente, essa é a razão para a DEA ser preferida por principiantes. Os resultados de DEA são, aparentemente, fáceis de interpretar. Mas essa aparente facilidade pode levar a interpretações superficiais ou totalmente erradas dos resultados.

Comparação entre DEA e SFA

Quadro Comparativo de SFA e DEA

	SFA	DEA
Suposição sobre a forma funcional	Forte*	Nenhuma
Distingue erro aleatório de variação de efciência	Sim	Não
Exame por inclusão de variáveis	Imperfeita	Não
Permite fatores exógenos	Sim	Sim
Permite múltiplos produtos	Não imediato	Sim
Vulneráveis aos outliers	Moderado*	Sim
Problemas de multicolinearidade	Sim*	Não
Problemas de endogeinidade	Sim*	Sim
Problema de heterocedasticidade	Sim*	Não
Vulneraveis a pequenos tamanhos de amostra	Sim	Moderado

Nota: * A suposição ou o problema é testável.

Quadro comparativo Giuffrida & Gravelle (2001), adaptado por Jacobs, Smith & Street (2006)

Trabalho: Avaliação comparativa de eficiência técnica em sistemas de saúde: Marinho, Souza e Cardoso (Ipea-RJ, a partir de 2009)

- **Objetivo: Avaliação dos sistemas de saúde, em termos de eficiência técnica, dos países da OECD (América Latina e Caribe) em relação ao Brasil. Procuramos inferir em que medida o investimento, em termos monetários, nos sistemas de saúde seriam eficiente em maximizar indicadores de desempenho.**
- **Impressão: O Brasil vai mal na literatura. Mas nem sempre os ricos vão bem.**
- **Perguntas: Em que medida o método é importante? Em que medida a amostra é importante? Em que medida as variáveis são importantes?**
- **Métodos: DEA e SFA.**

Brasil, América Latina, Caribe e OCDE: alguma estatística descritiva. Grande variabilidade nos dados.

-

Resumo Estatístico	Gasto com Saúde per Capita	Esperança de Vida ao Nascer Homens	Esperança de Vida ao Nascer Mulheres	Índice de Mortalidade Infantil
Máximo	6096.20	79	86	74
Mínimo	82.30	53	56	2
Mediana	937.35	72	78	10
Média	1517.71	72	77	15
BRASIL	**1519.70**	**67**	**74**	**32**

Tarefas (não exaustivas) que tentamos realizar

1. Compensar os diferentes níveis de gastos na amostra;
2. Considerar curto-prazo e longo prazo;
3. Considerar que variáveis fora do sistema afetam o sistema (ex: população e extensão territorial);
4. Considerar eventuais erros de medidas.
5. Comparar diferentes métodos.

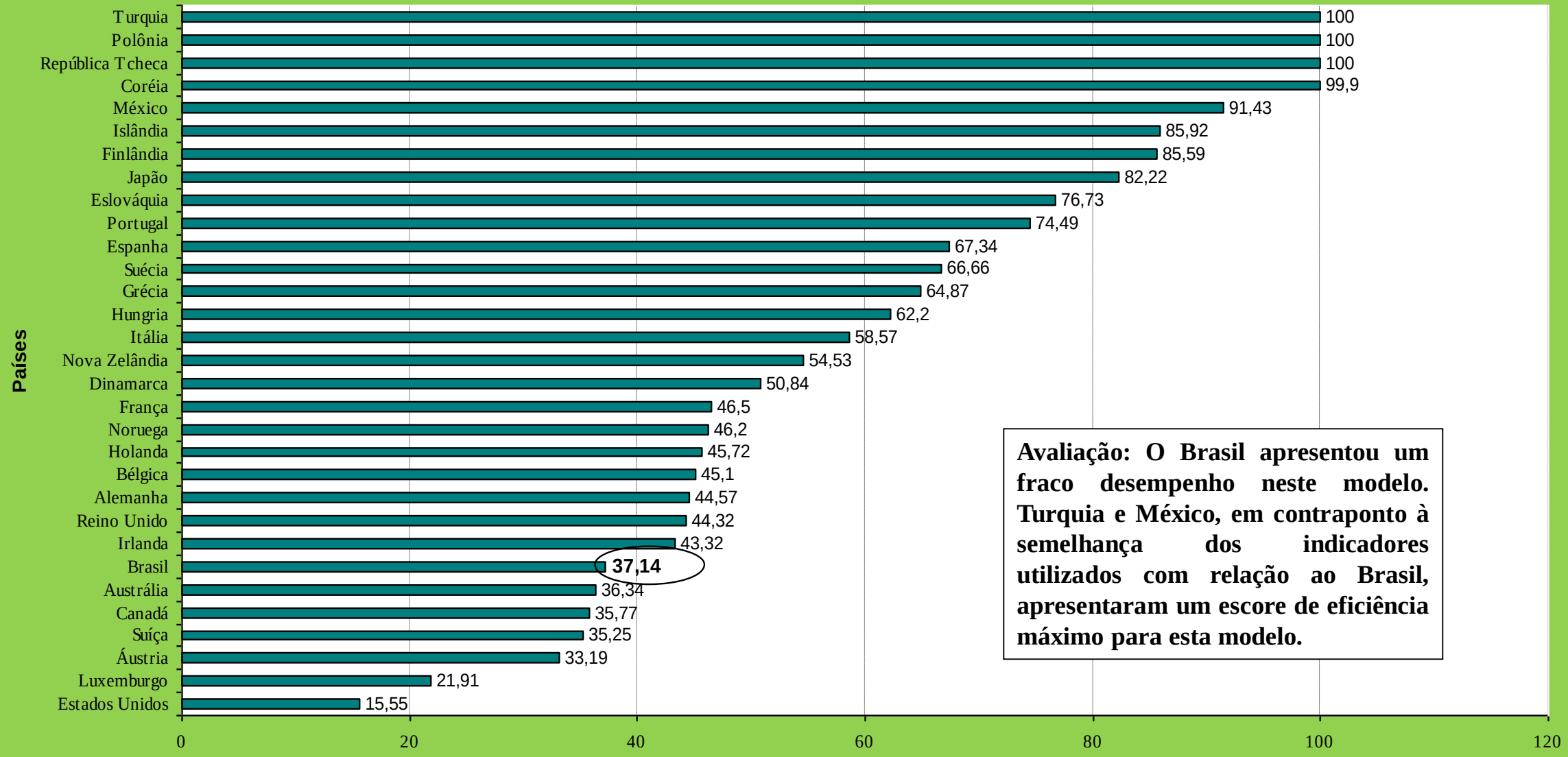
A amostra inicial (Brasil e OCDE) e as variáveis básicas
Ano base: 2004

- **Variáveis Utilizadas: Gasto com Saúde per Capita US$ PPC, Esperança de Vida ao Nascer (Homens e Mulheres), Índice de Mortalidade Infantil, Índice de Sobrevivência Infantil, Anos de Vida Perdidos e Anos de Vida Recuperados (Doenças Transmissíveis, Não Transmissíveis e Agressões), População, Área Geográfica e Densidade Demográfica.**

- **Países: Alemanha, Austrália, Áustria, Bélgica, Brasil, Canadá, Coréia, Dinamarca, Eslováquia, Espanha, Estados Unidos, Finlândia, França, Grécia, Holanda, Hungria, Islândia, Irlanda, Itália, Japão, Luxemburgo, México, Nova Zelândia, Noruega, Polônia, Portugal, Reino Unido, República Tcheca, Suécia, Suíça, Turquia.**

Resultados: Brasil e OCDE

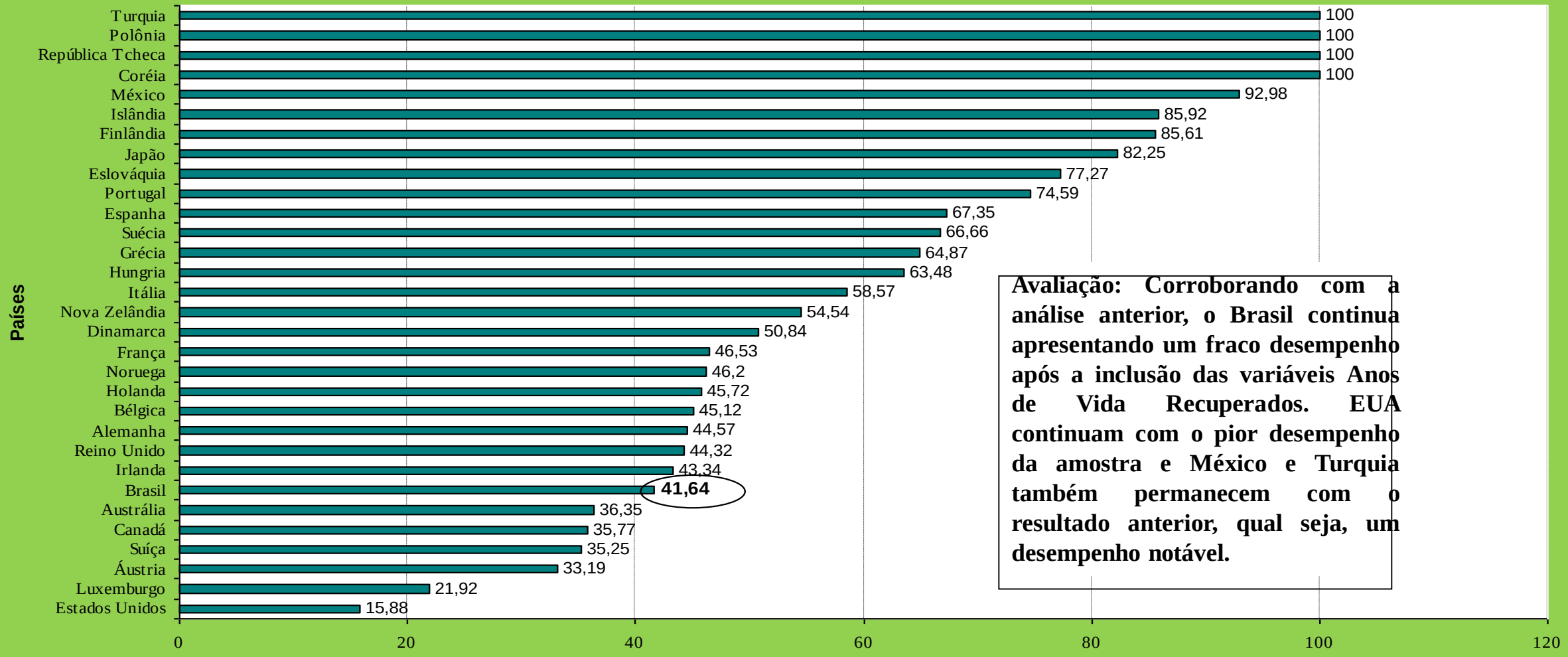
Modelo 1 - DEA - Retornos Constantes de Escala - Input: Gasto com Saúde per Capita, Outputs: Esperança de Vida ao Nascer (Homens e Mulheres), Índice de Sobrevivência Infantil



Avaliação: O Brasil apresentou um fraco desempenho neste modelo. Turquia e México, em contraponto à semelhança dos indicadores utilizados com relação ao Brasil, apresentaram um escore de eficiência máximo para esta modelo.

Resultados: Brasil e OCDE

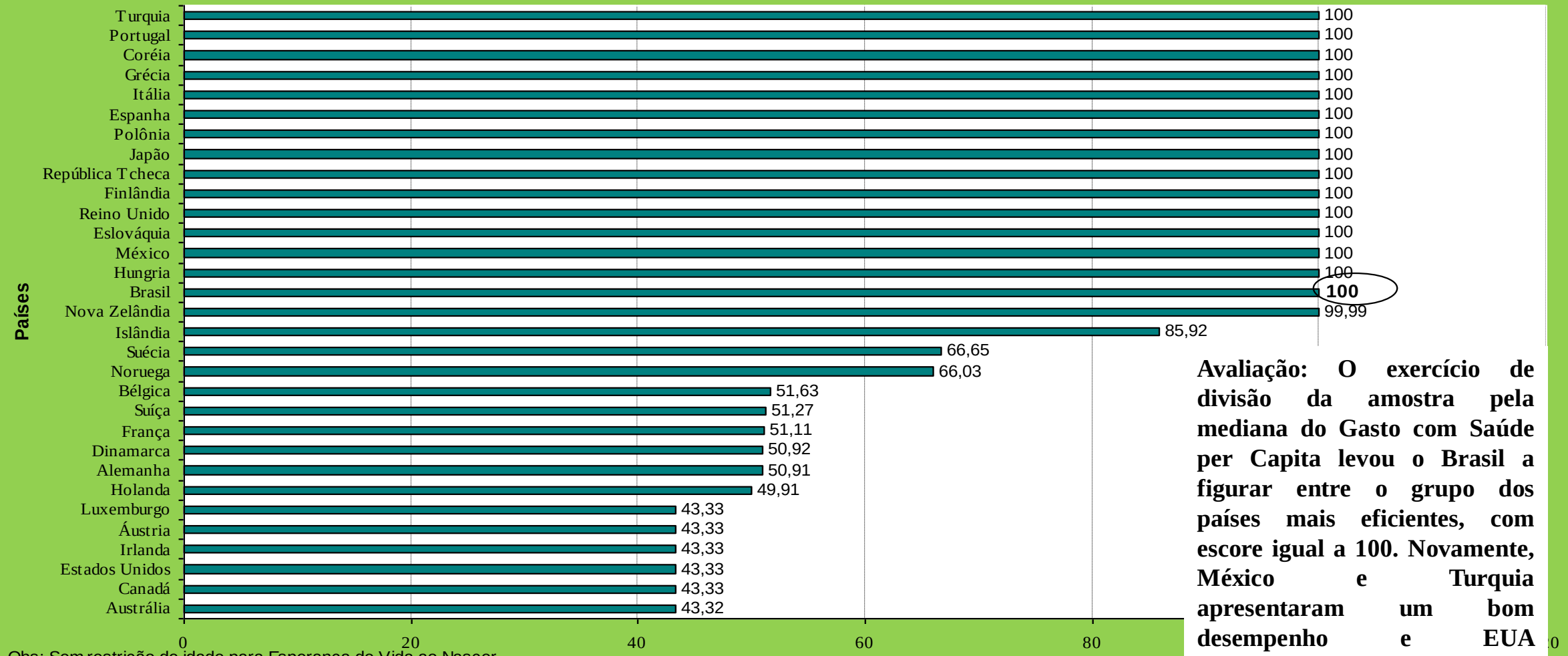
Modelo 2 - DEA - Retornos Constantes de EscalaInput: Gasto com Saúde per Capita, Outputs: Esperança de Vida ao Nascer (Homens e Mulheres), Índice de Sobrevivência Infantil, Anos de Vida Recuperados (Doenças Transmissíveis, Não Transmissíveis e Agressões)



Avaliação: Corroborando com a análise anterior, o Brasil continua apresentando um fraco desempenho após a inclusão das variáveis Anos de Vida Recuperados. EUA continuam com o pior desempenho da amostra e México e Turquia também permanecem com o resultado anterior, qual seja, um desempenho notável.

Resultados: Brasil e OCDE

Modelo 3 - DEA - Retornos Constantes de Escal Input: Gasto com Saúde per Capita, Outputs: Esperança de Vida ao Nascer (Homens e Mulheres), Índice de Sobrevivência Infantil, Anos de Vida Recuperados (Doenças Transmissíveis, Não Transmissíveis e Agressões)

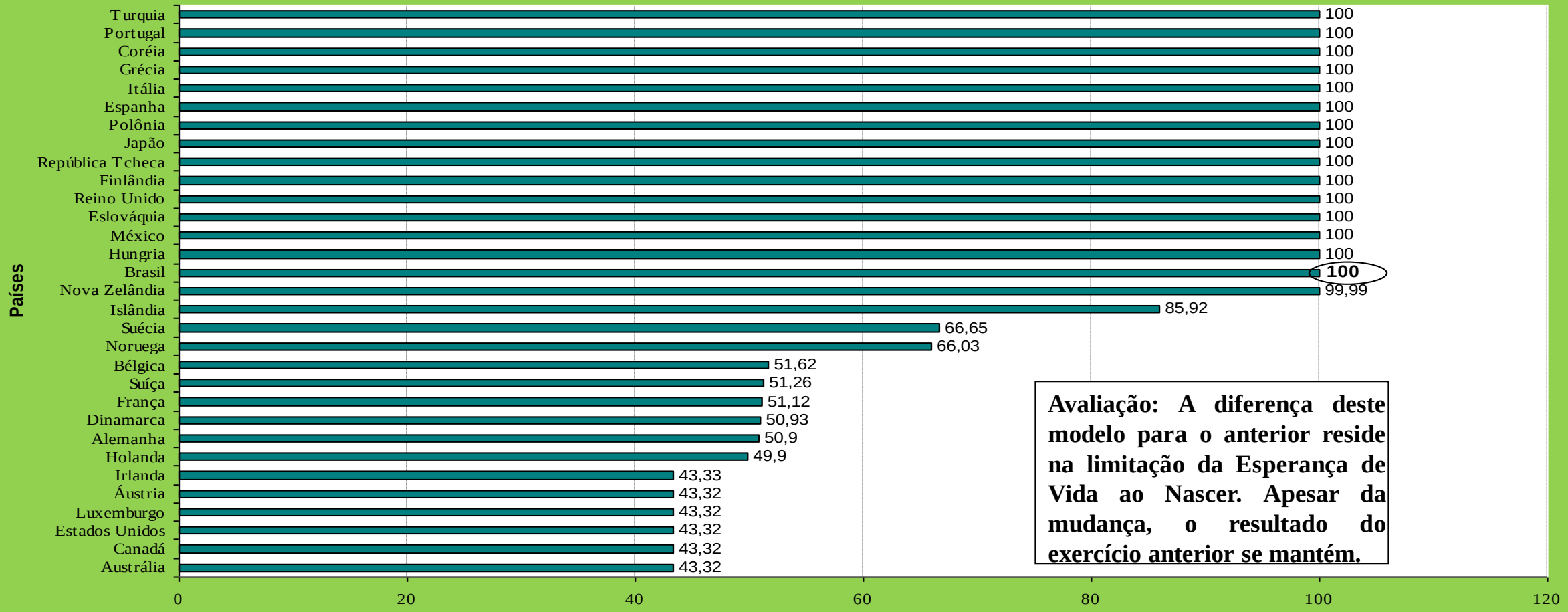


Obs: Sem restrição de idade para Esperança de Vida ao Nascer.

Avaliação: O exercício de divisão da amostra pela mediana do Gasto com Saúde per Capita levou o Brasil a figurar entre o grupo dos países mais eficientes, com escore igual a 100. Novamente, México e Turquia apresentaram um bom desempenho e EUA permaneceu entre os piores colocados.

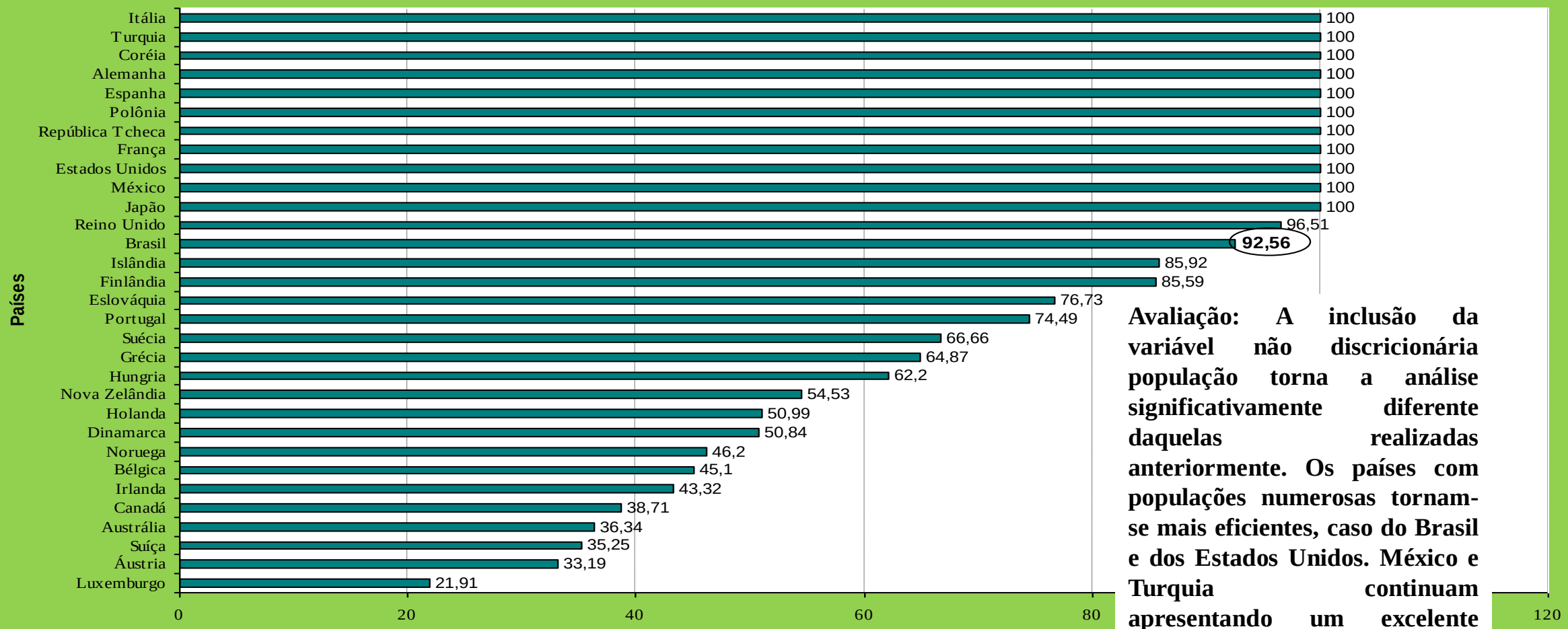
Resultados: Brasil e OCDE

Modelo 3 - DEA - Retornos Constantes de Escal Input: Gasto com Saúde per Capita, Outputs: Esperança de Vida ao Nascer (Homens e Mulheres), Índice de Sobrevivência Infantil, Anos de Vida Recuperados (Doenças Transmissíveis, Não Transmissíveis e Agressões)



Avaliação: A diferença deste modelo para o anterior reside na limitação da Esperança de Vida ao Nascer. Apesar da mudança, o resultado do exercício anterior se mantém.

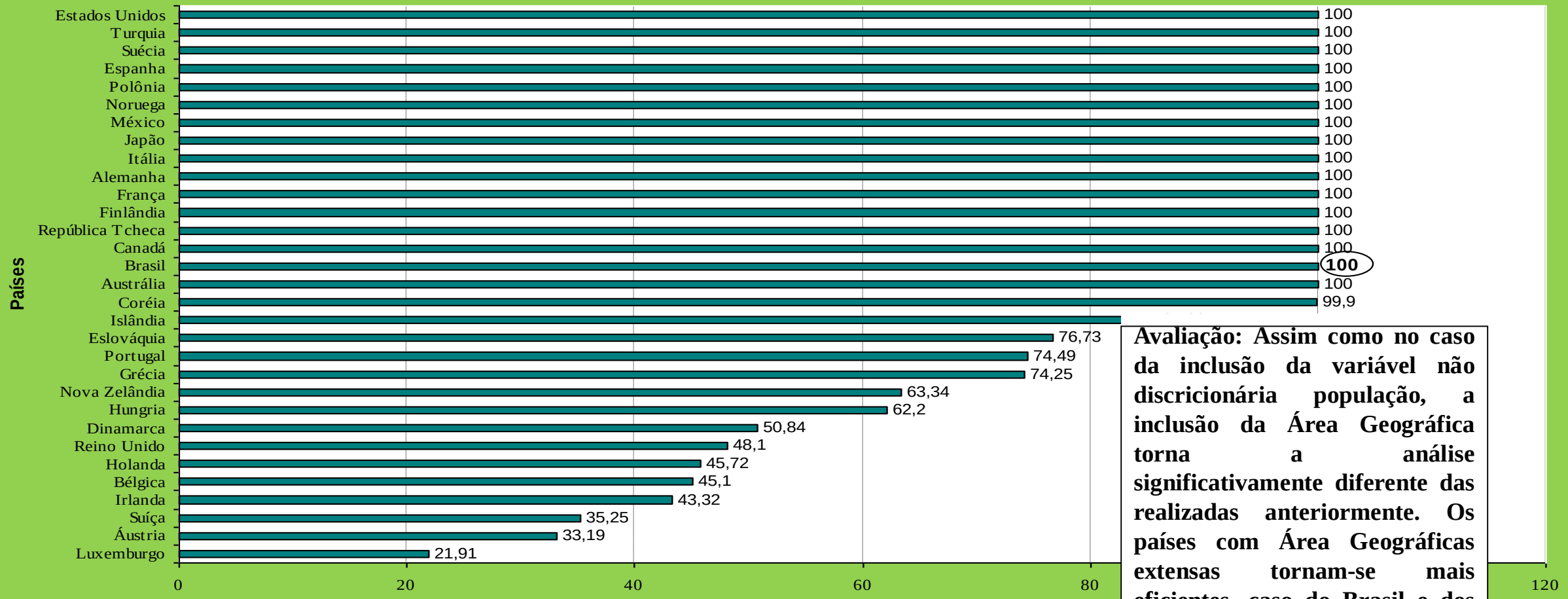
Resultados: Brasil e OCDE



Avaliação: A inclusão da variável não discricionária população torna a análise significativamente diferente daquelas realizadas anteriormente. Os países com populações numerosas tornam-se mais eficientes, caso do Brasil e dos Estados Unidos. México e Turquia continuam apresentando um excelente desempenho.

Resultados: Brasil e OCDE

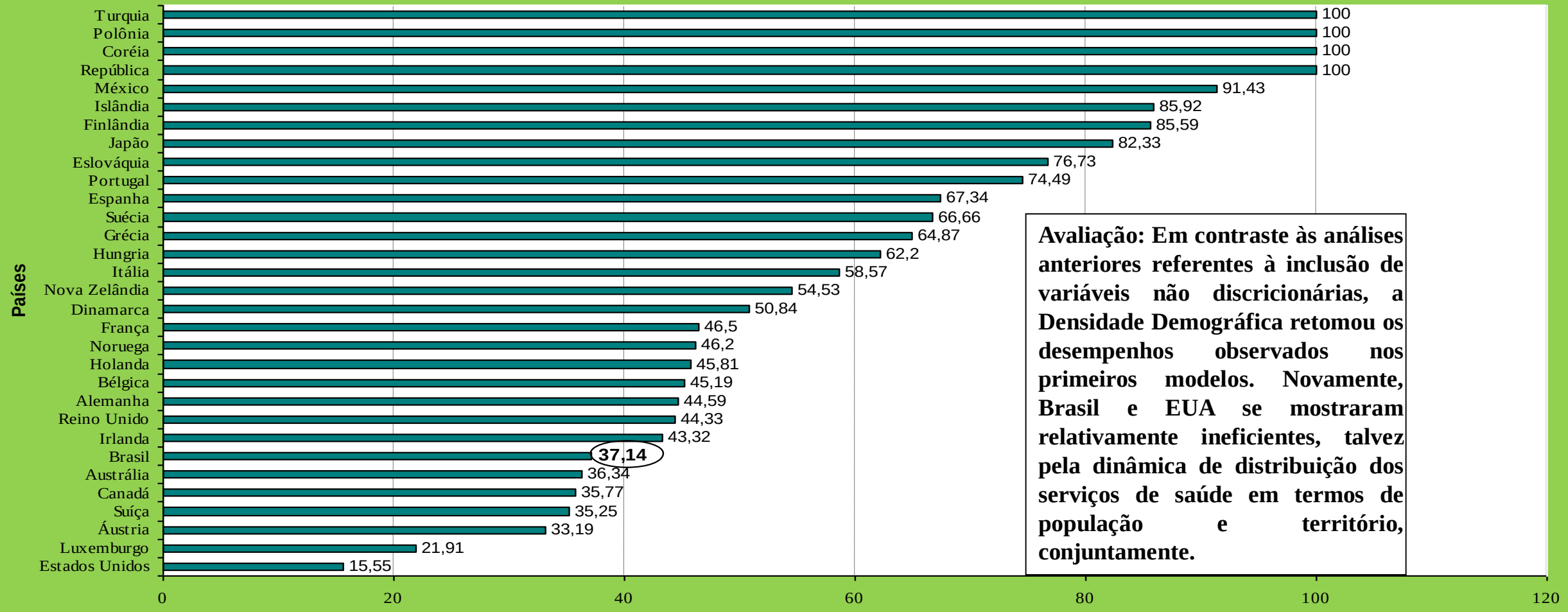
Modelo 5 - DEA - Retornos Constantes de Escala - Input: Gasto com Saúde per Capita, Outputs: Esperança de Vida ao Nascer (Homens e Mulheres), Índice de Sobrevivência Infantil, Área Geográfica (Variável Não-Discricionária)



Avaliação: Assim como no caso da inclusão da variável não discricionária população, a inclusão da Área Geográfica torna a análise significativamente diferente das realizadas anteriormente. Os países com Área Geográficas extensas tornam-se mais eficientes, caso do Brasil e dos Estados Unidos.

Resultados: Brasil e OCDE

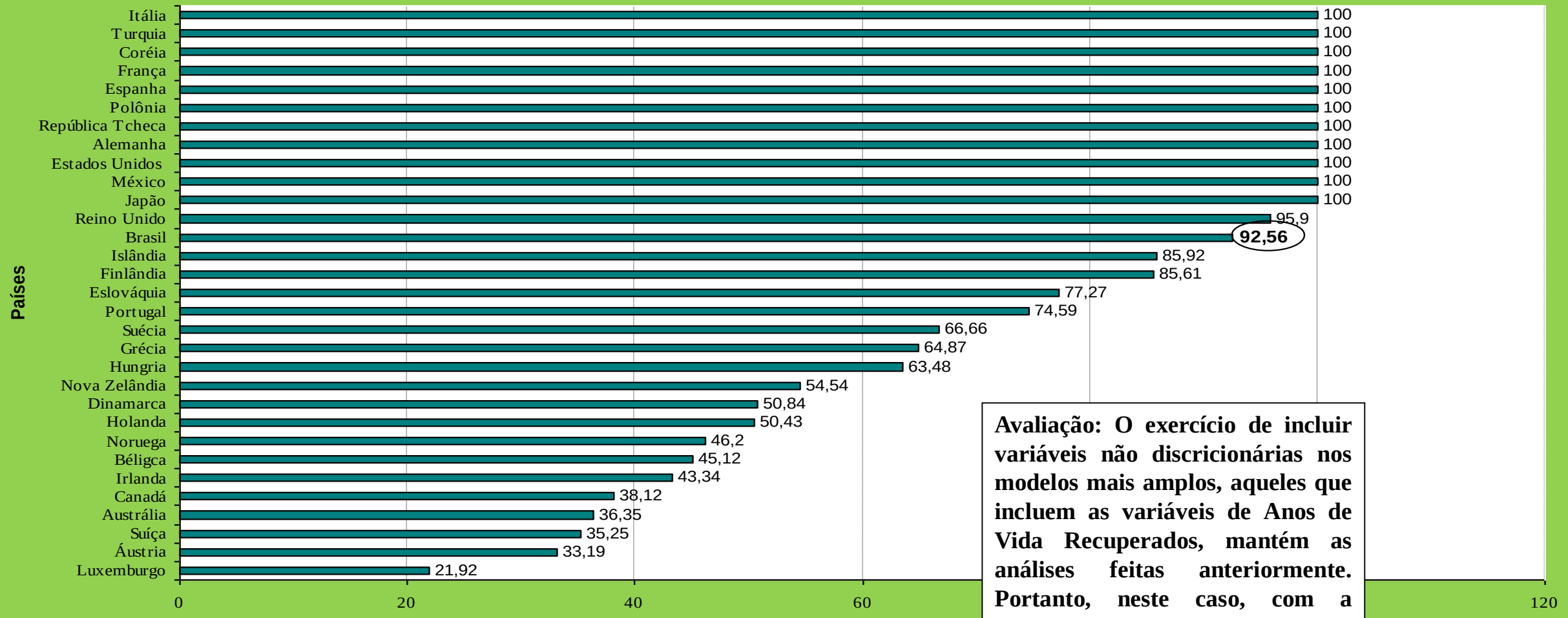
Modelo 6 - DEA - Retornos Constantes de Escala - Input: Gasto com Saúde per Capita, Outputs: Esperança de Vida ao Nascer (Homens e Mulheres), Índice de Sobrevivência Infantil, Densidade Demográfica (Variável Não-Discricionária)



Avaliação: Em contraste às análises anteriores referentes à inclusão de variáveis não discricionárias, a Densidade Demográfica retomou os desempenhos observados nos primeiros modelos. Novamente, Brasil e EUA se mostraram relativamente ineficientes, talvez pela dinâmica de distribuição dos serviços de saúde em termos de população e território, conjuntamente.

Resultados: Brasil e OCDE

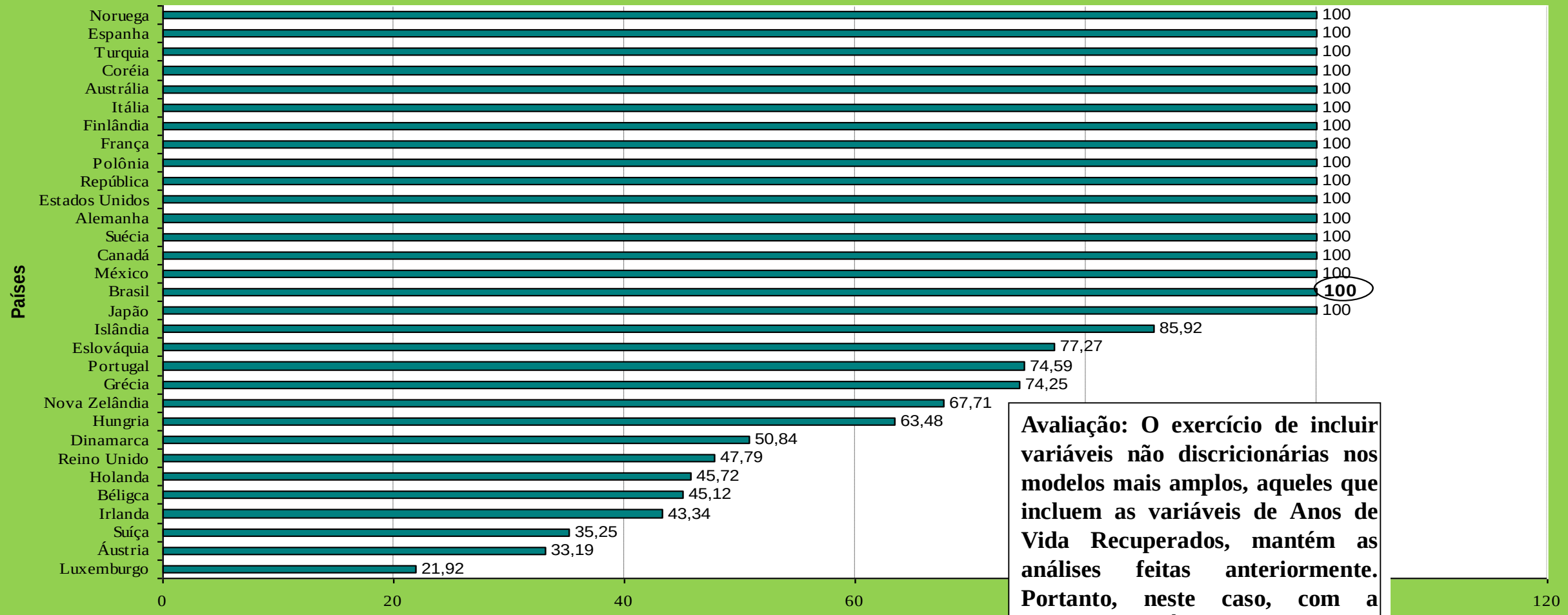
Modelo 7 - DEA - Retornos Constantes de Escala - Input: Gasto com Saúde per Capita, Outputs: Esperança de Vida ao Nascer (Homens e Mulheres), Índice de Sobrevivência Infantil, Anos de Vida Recuperados, População (Variável Não-Discricionária)



Avaliação: O exercício de incluir variáveis não discricionárias nos modelos mais amplos, aqueles que incluem as variáveis de Anos de Vida Recuperados, mantém as análises feitas anteriormente. Portanto, neste caso, com a inclusão da população, o Brasil apresenta um bom desempenho.

Resultados: Brasil e OCDE

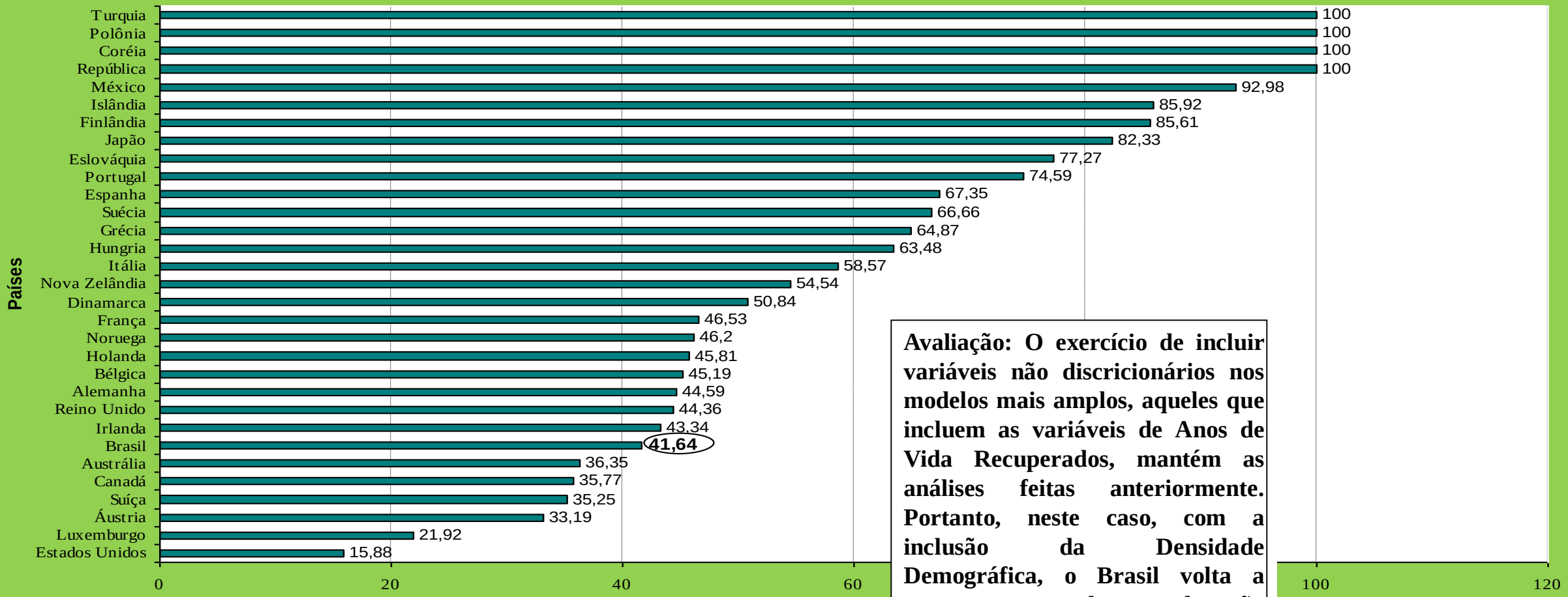
Modelo 8 - DEA - Retornos Constantes de Escala - Input: Gasto com Saúde per Capita, Outputs: Esperança de Vida ao Nascer (Homens e Mulheres), Índice de Sobrevivência Infantil, Anos de Vida Recuperados, Área Geográfica (Variável Não-Discricionária)



Avaliação: O exercício de incluir variáveis não discricionárias nos modelos mais amplos, aqueles que incluem as variáveis de Anos de Vida Recuperados, mantém as análises feitas anteriormente. Portanto, neste caso, com a inclusão da Área Geográfica, o Brasil apresenta um bom desempenho.

Resultados: Brasil e OCDE

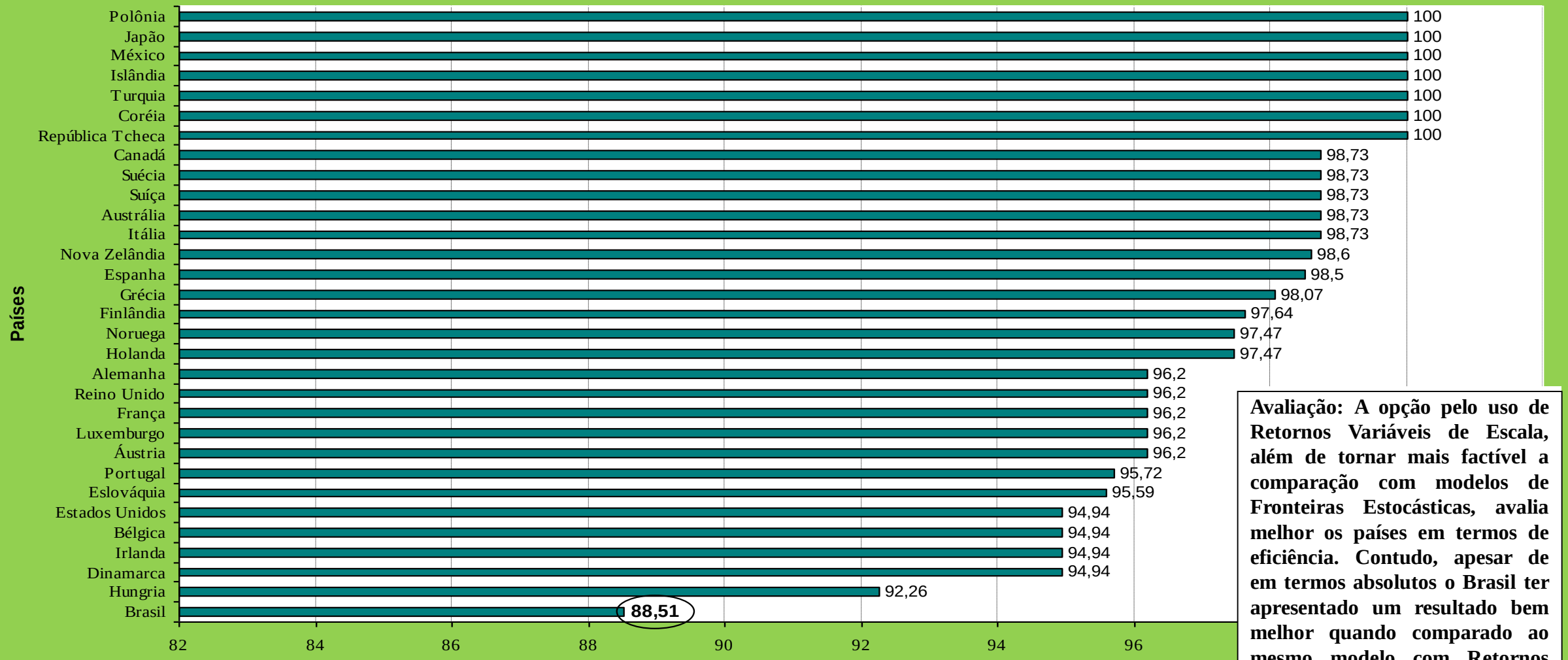
Modelo 9 - DEA - Retornos Constantes de Escala - Input: Gasto com Saúde per Capita, Outputs: Esperança de Vida ao Nascer (Homens e Mulheres), Índice de Sobrevivência Infantil, Anos de Vida Recuperados, Densidade Demográfica (Variável Não-Discricionária)



Avaliação: O exercício de incluir variáveis não discricionários nos modelos mais amplos, aqueles que incluem as variáveis de Anos de Vida Recuperados, mantém as análises feitas anteriormente. Portanto, neste caso, com a inclusão da Densidade Demográfica, o Brasil volta a apresentar um desempenho não muito bom.

Resultados: Brasil e OCDE

Modelo 10 - DEA - Retornos Variáveis de Escala - Input: Gasto com Saúde per Capita, Outputs: Esperança de Vida ao Nascer (Homens e Mulheres), Índice de Sobrevivência Infantil



Avaliação: A opção pelo uso de Retornos Variáveis de Escala, além de tornar mais factível a comparação com modelos de Fronteiras Estocásticas, avalia melhor os países em termos de eficiência. Contudo, apesar de em termos absolutos o Brasil ter apresentado um resultado bem melhor quando comparado ao mesmo modelo com Retornos Constantes, em termos relativos a classificação do Brasil piorou.

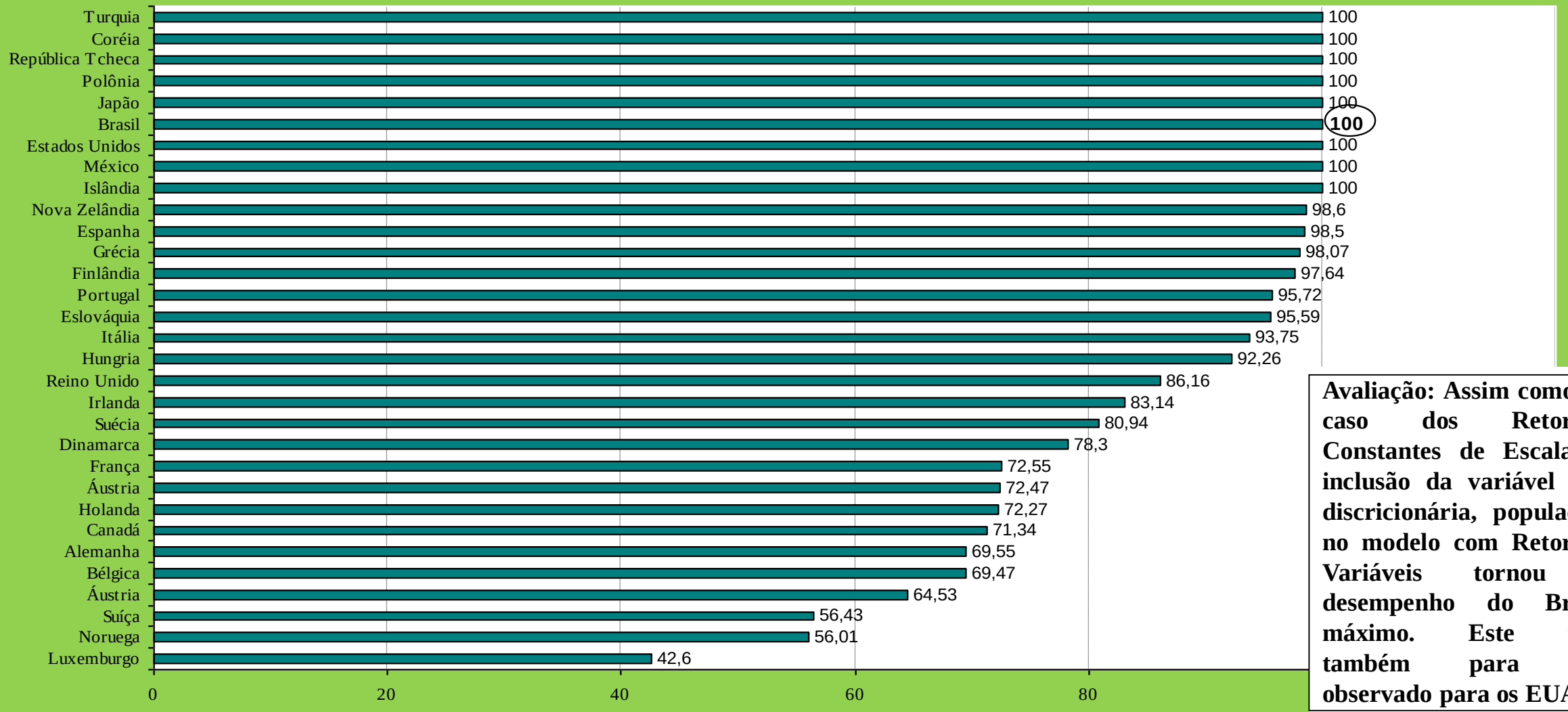
Resultados: Brasil e OCDE

Modelo 11 - DEA - Retornos Variáveis de Escala - Input: Gasto com Saúde per Capita, Outputs: Esperança de Vida ao Nascer (Homens e Mulheres), Índice de Sobrevivência Infantil, Anos de Vida Recuperados

Avaliação: Em contraste com as análises anteriores a inclusão das variáveis de Anos de Vida Recuperados tornou o Brasil eficiente, fazendo o país apresentar um ótimo desempenho.

Resultados: Brasil e OCDE

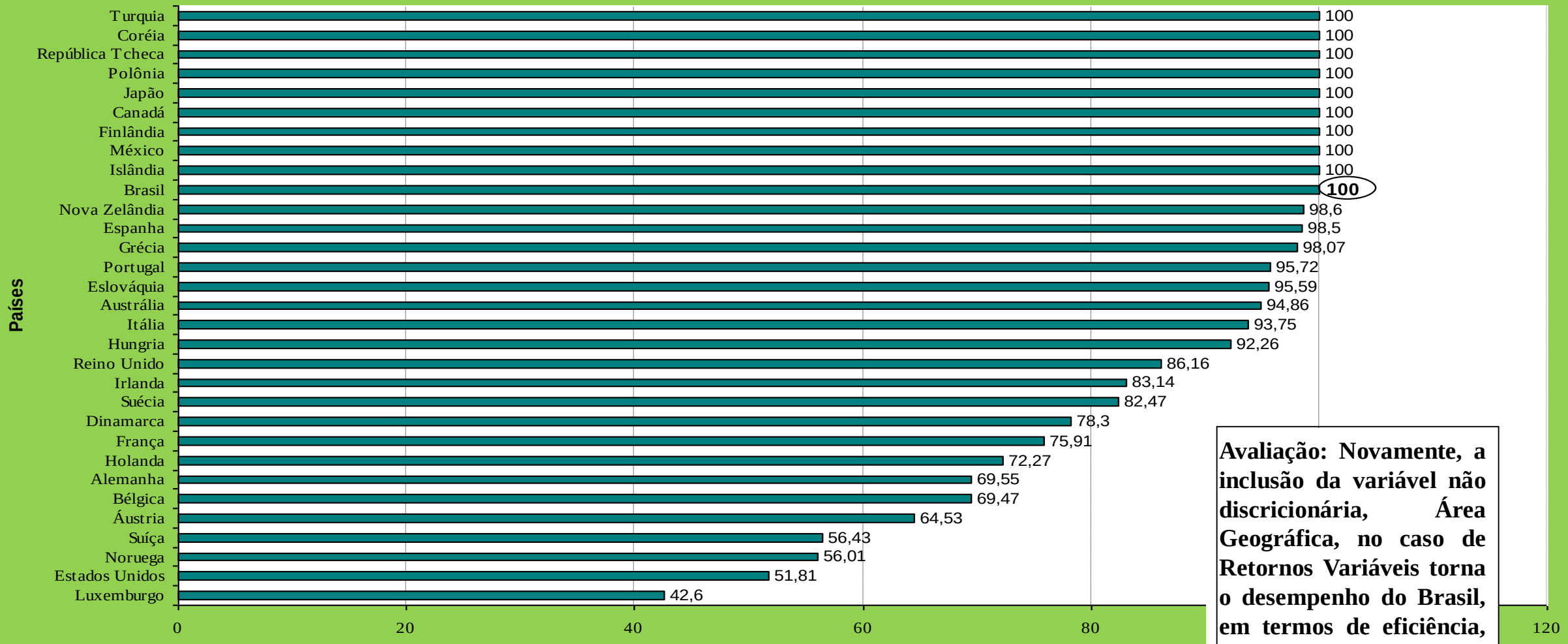
Modelo 12 - DEA - Retornos Variáveis de Escala - Input: Gasto com Saúde per Capita, Outputs: Esperança de Vida ao Nascer (Homens e Mulheres), Índice de Sobrevivência Infantil, População (Variável Não Discricionária)



Avaliação: Assim como no caso dos Retornos Constantes de Escala, a inclusão da variável não discricionária, população, no modelo com Retornos Variáveis tornou o desempenho do Brasil máximo. Este fato também para ser observado para os EUA.

Resultados: Brasil e OCDE

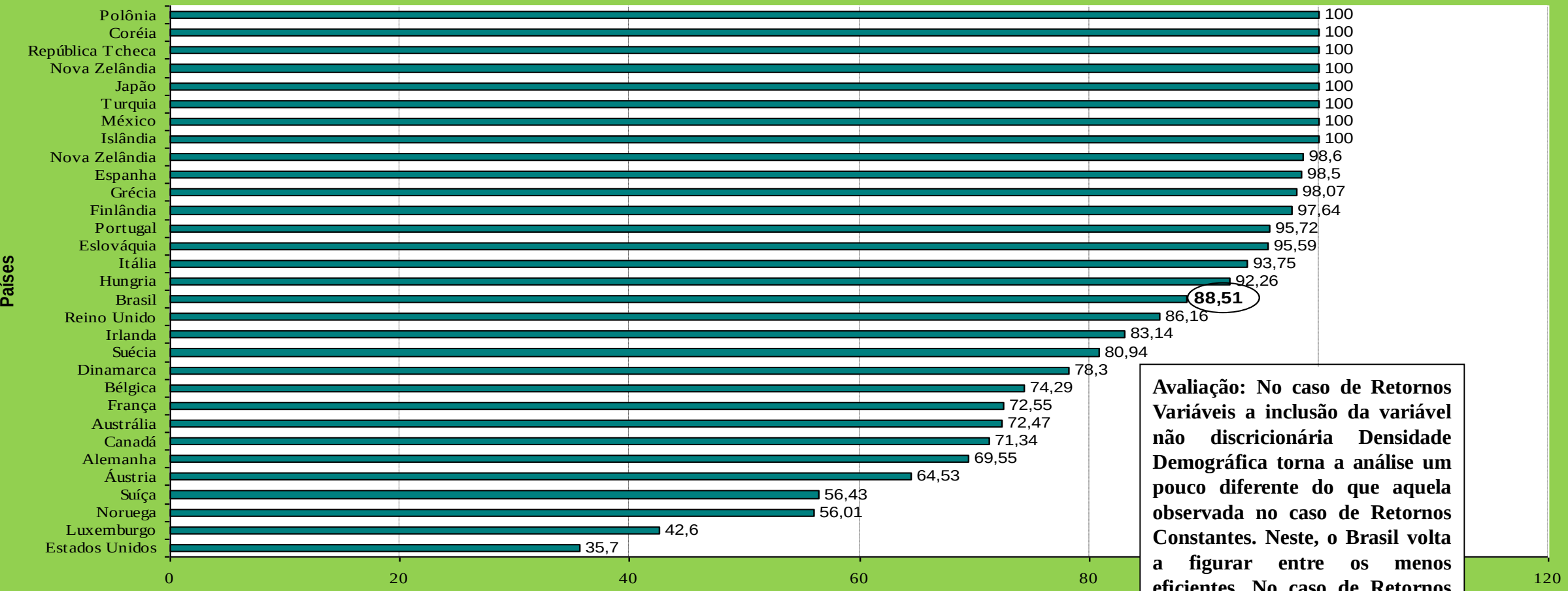
Modelo 13 - DEA - Retornos Variáveis de Escala - Input: Gasto com Saúde per Capita, Outputs: Esperança de Vida ao Nascer (Homens e Mulheres), Índice de Sobrevivência Infantil, Área Geográfica (Variável Não Discricionária)



Avaliação: Novamente, a inclusão da variável não discricionária, Área Geográfica, no caso de Retornos Variáveis torna o desempenho do Brasil, em termos de eficiência, máximo. EUA, México e Turquia apresentam escore máximo, também.

Resultados: Brasil e OCDE

Modelo 14 - DEA - Retornos Variáveis de Escala - Input: Gasto com Saúde per Capita, Outputs: Esperança de Vida ao Nascer (Homens e Mulheres), Índice de Sobrevivência Infantil, Densidade Demográfica (Variável Não Discricionária)



Avaliação: No caso de Retornos Variáveis a inclusão da variável não discricionária Densidade Demográfica torna a análise um pouco diferente do que aquela observada no caso de Retornos Constantes. Neste, o Brasil volta a figurar entre os menos eficientes. No caso de Retornos Variáveis, contudo, apesar de não alcançar o escore máximo, o país revela um desempenho bem maior que o último colocado da amostra, por exemplo (EUA =

Resultados: Brasil e OCDE

Conclusões DEA:

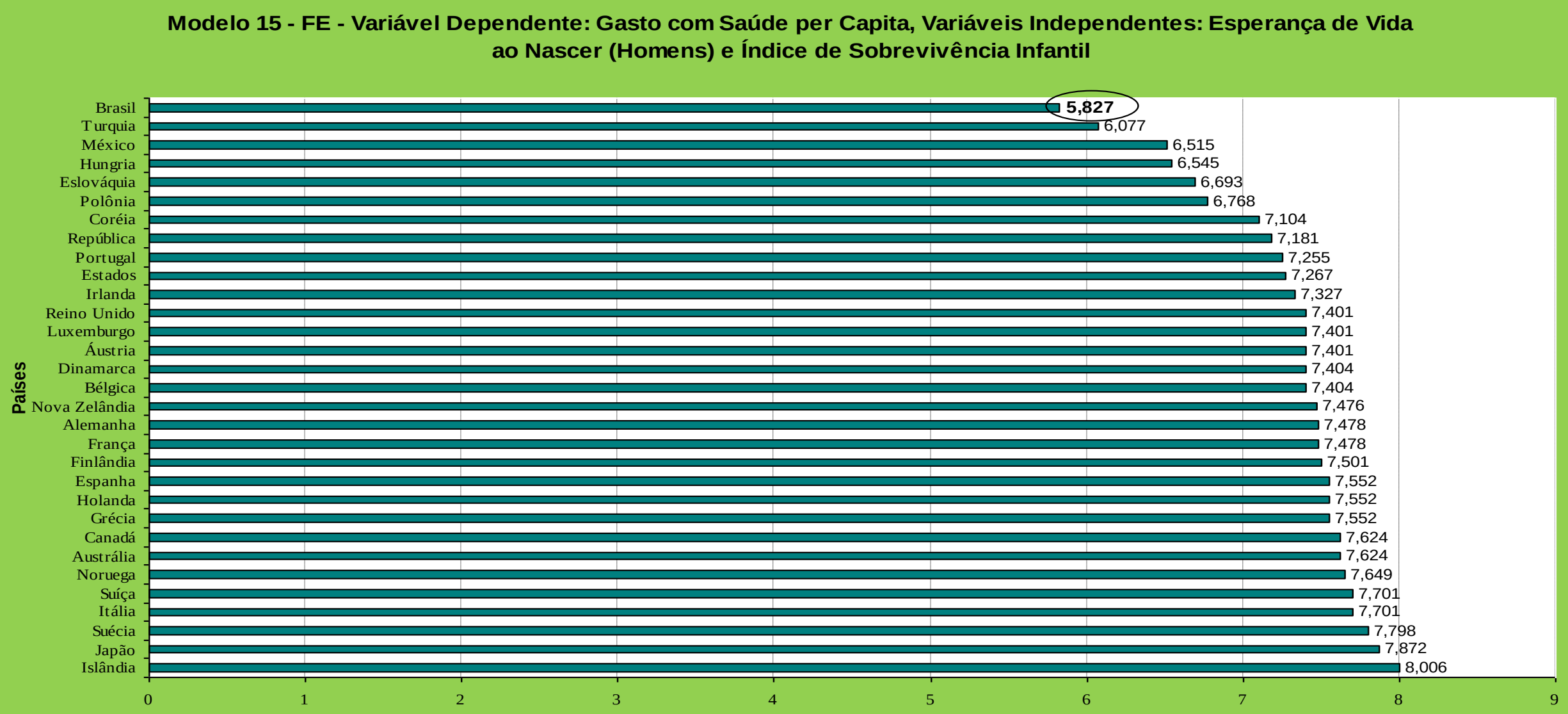
1) **Uma análise muito geral dos exercícios evidencia resultados não muito claros, ou definitivos, para o Brasil, em termos de eficiência na provisão de serviços de saúde que se reflita em bons indicadores clássicos da saúde. Uma conclusão preliminar de nosso trabalho poderia ser o fato de que mesmo países que gastem consideravelmente com saúde em termos per capita (como os Estados Unidos), podem não ser eficientes. Ou, ainda, se o objetivo é maximizar os resultados em saúde, pode ser mais relevante gastar melhor do que gastar mais.**

Avaliação da ineficiência em Sistemas de Saúde: Brasil e OCDE

Fronteira Estocástica

- **Uma diferença fundamental entre a DEA e a FE consiste na inclusão do termo aleatório que o segundo método contempla.**
- **Nesse caso, os resultados apresentados estarão mostrando as ineficiências estimadas de cada país, e não mais a eficiência como no caso anterior.**

Resultados: Brasil e OCDE



OBS: Modelo Estocástico, Função Custo com Distribuição Exponencial.

Resultados: Brasil e OCDE

Fronteira Estocástica:

1) **O primeiro resultado a ser destacado é que, diferente dos desempenhos obtidos pelo método DEA, o Brasil apresentou o melhor desempenho da amostra no caso da Fronteira Estocástica.**

2) **Os países em desenvolvimento da amostra (Brasil, Turquia e México), apresentaram os menores escores de ineficiência, seguidos, por Hungria Eslováquia e Polônia. Países desenvolvidos, como Islândia, Japão, Suécia, Suíça e Itália, em ordem decrescente de ineficiência, não são bem avaliados. Os Estados Unidos obtiveram valor intermediário de ineficiência.**

Comentários

1. **Os resultados dependem dos métodos; da amostra; e das variáveis.**

2. **Nos modelos de DEA com retornos constantes de escala, mais adequada aos equilíbrios de longo prazo, e que não consideram o tamanho dos países, o Brasil não tem bom desempenho, comparado com os países das amostras.**

3. **Mas, quando a amostra é segmentada pelo tamanho dos Gastos per Capita da amostra (corte na mediana), o país eleva substancialmente o seu desempenho, atingindo o máximo de eficiência.**

4. **Elevação similar de desempenho ocorre quando introduzimos indicadores relacionados com o tamanho dos países (População e Área Geográfica). Mas a substituição de tais variáveis pela Densidade Demográfica traz de volta o mau desempenho original.**

Comentários

5. A análise com modelos DEA com retornos variáveis de escala considera o tamanho dos países, e enfatiza a possibilidade de desajustes de longo prazo. Essa análise privilegia os equilíbrios de curto prazo, e a posição do Brasil melhora consideravelmente em relação ao desempenho observado em modelos com retornos constantes de escala. Nesses modelos de curto prazo a situação relativa do Brasil é avaliada como boa ou ótima.

6. O mesmo panorama positivo foi observado na análise realizada com o auxílio da fronteira estocástica, em um modelo cujos resultados são, inclusive estatisticamente, associados com os modelos DEA com os modelos de curto prazo (retornos variáveis de escala).

Muito obrigado!