

## **Análise da eficiência econômica e ambiental dos países integrantes do BRICS**

O objetivo deste artigo foi analisar a eficiência econômica e ambiental (ecoeficiência) dos países pertencentes ao BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul) para o período de 1991 a 2012. Os dados utilizados foram de origem secundária obtidos no site do Banco Mundial. Os países pertencentes ao BRICS alcançaram valores baixos referentes ao Índice de Ecoeficiência. Os resultados mostraram que ao longo dos anos estudados o valor médio do Índice de Ecoeficiência diminuiu. A África do Sul apresentou os melhores resultados e a China os piores resultados. A África do Sul obteve resultados mais positivos devido ao uso de energias renováveis e a baixa emissão de gases do efeito estufa. Já a China é um dos países que mais poluem o planeta, apesar de estar implementando diversos programas na área visando diminuir essas emissões. Estes resultados sugerem que muito ainda precisa ser feito para que de fato os números acerca da ecoeficiência possam se tornar relevantes e essenciais na formulação de políticas públicas e na conscientização da população em geral.

**Palavras-chave:** Ecoeficiência; BRICS; Energias Renováveis; Efeito Estufa.

## **Analysis of the economic and environmental efficiency of the BRICS member countries**

The objective of this article was to analyze the economic and environmental efficiency (eco-efficiency) of the countries belonging to the BRICS (Brazil, Russia, India, China and South Africa) for the period from 1991 to 2012. The data used were of secondary origin obtained from the site of the World Bank. The BRICS countries reached low values related to the Eco-efficiency Index. The results showed that over the years studied the average value of the Eco-efficiency Index decreased. South Africa showed the best results and China had the worst results. South Africa achieved more positive results due to the use of renewable energy and the low emission of greenhouse gases. China is one of the countries that pollute the planet, although it is implementing several programs in the area to reduce these emissions. These results suggest that much still needs to be done so that the numbers on eco-efficiency can in fact become relevant and essential in public policymaking and public awareness.

**Keywords:** Eco-efficiency; BRICS; Renewable energy; Greenhouse effect.

Topic: **Desenvolvimento, Sustentabilidade e Meio Ambiente**

Received: **10/06/2018**

Approved: **24/07/2018**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

**Harine Matos Maciel**   
Universidade Federal do Ceará, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/0030988397237524>  
<http://orcid.org/0000-0003-3267-6198>  
[harinematos@yahoo.com.br](mailto:harinematos@yahoo.com.br)

**Wlisses Matos Maciel**   
Universidade Federal do Ceará, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/2475801065681487>  
<http://orcid.org/0000-0002-4783-2766>  
[wlissesmatos@yahoo.com.br](mailto:wlissesmatos@yahoo.com.br)



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2018.005.0015

### **Referencing this:**

MACIEL, H. M.; MACIEL, W. M.. Análise da eficiência econômica e ambiental dos países integrantes do BRICS. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.9, n.5, p.159-170, 2018. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2018.005.0015>

## INTRODUÇÃO

A importância de se preservar os recursos naturais têm-se propagado por todos os países, já que o ser humano provoca inúmeros impactos aos ambientes naturais e o avanço do crescimento econômico agravou problemas ambientais como a contaminação da água, destruição da fauna e flora, uso intensivo de agrotóxicos e mau uso do solo.

Say (1986) afirmou que os recursos naturais eram utilizados como mercadorias que poderiam ter reposição a qualquer momento, porém o uso desmedido mostrou que estes recursos são limitados e podem esgotar, além de influenciar diretamente a qualidade de vida da população através, por exemplo, do aumento de temperatura e da poluição excessiva.

Uma das primeiras ações que estimularam o debate ambiental, foi a realização da Conferência da Biosfera em Paris, em 1968, que deu origem a 1ª Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1972. Após essa conferência, a maioria dos países passou a se preocupar com a proteção ambiental, devido a maior visibilidade das questões ambientais, através do desenvolvimento de políticas a fim de conduzir os agentes econômicos a adotarem processos de produção menos agressivos por meio do uso de tecnologias limpas, energias renováveis, manejo de recursos naturais e de resíduos. May et al. (2003) afirmam que o problema central é como induzir mudanças tecnológicas na direção de tecnologias mais limpas a fim de se obter sustentabilidade ambiental.

No ano de 1992 ocorreu a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento no Rio de Janeiro e foram tratados os principais fundamentos sobre o meio ambiente, no qual focavam no crescimento da consciência ambiental e do desenvolvimento sustentável para as empresas. Nessa ocasião, entrou em pauta a discussão acerca do novo conceito, a Ecoeficiência.

O estudo da eficiência econômica e ambiental (ecoeficiência) foi uma nova ferramenta criada na busca por melhores soluções para continuar aumentando a produção e, simultaneamente, reduzindo os impactos causados aos ambientes naturais. Neste sentido, a ecoeficiência surge como uma estratégia de gestão para promover a sustentabilidade, buscando menos desperdício, além da redução do consumo de matéria, de energia e de emissões de poluentes. O presente estudo realizado é relevante para mostrar como os países integrantes do BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul) têm se comportado em relação ao Índice de Ecoeficiência e como as políticas econômicas e ambientais podem auxiliar na melhoria desses resultados.

## REVISÃO TEÓRICA

### Ecoeficiência e o BRICS

A Revolução Industrial trouxe mudanças significativas para a sociedade. Segundo Dathein (2003) as Revoluções Industriais substituíram a energia humana e animal pela inanimada, aceleraram a troca da capacidade humana por instrumentos mecânicos e descobriram melhores métodos de obtenção e elaboração de matérias primas.

Antes os meios de produção eram artesanais e as quantidades produzidas eram apenas o suficiente para as necessidades básicas, porém a Revolução Industrial modificou a relação do homem com o meio em que vive, já que esta trouxe a transição do trabalho manual para a produção feita por máquinas, aumentando assim a produção e fazendo com que a economia crescesse de forma mais rápida. Além de todos esses efeitos, a Revolução Industrial também estimulou a migração da população rural para o setor urbano, em busca de trabalho e melhores condições de vida.

Devido a todas as mudanças causadas pelas Revoluções Industriais, o homem passou a interagir com o meio ambiente de forma mais intensa e invasiva. Conforme Oliveira (2007) existem quatro formas de interação entre o homem e a natureza: Ditatorial: o meio ambiente atende as necessidade humanas; Capitalista: busca pelo lucro financeiro; Romântica: a natureza deve ser respeitada e mantida inalterada e a Funcional: o homem utiliza da natureza somente o necessário para a sua sobrevivência e suprimento das necessidades básicas.

A busca pela harmonização entre o crescimento econômico e os aspectos ambientais tem sido objeto de diversas pesquisas há muitos anos, principalmente através da ideia da Curva Ambiental de Kuznets. Bhattatai et al. (2004) afirmam que para a Curva Ambiental de Kuznets existe uma relação entre indicadores de degradação ambiental e de desenvolvimento econômico que se comporta como uma curva de U invertido, ou seja, nos primeiros estágios do desenvolvimento a degradação ocorresse inevitavelmente, mas com o crescimento da renda, a partir de determinado ponto, seriam gerados incentivos para melhorar a qualidade ambiental.

O meio ambiente é, atualmente, um dos poucos assuntos que desperta o interesse de todas as nações, independentemente do regime político ou sistema econômico. É que as consequências dos danos ambientais não se confinam mais nos limites de determinados países ou regiões. Ultrapassam as fronteiras e, costumeiramente, vêm a atingir regiões distantes. Daí a preocupação geral no trato da matéria que, em última análise, significa zelar pela própria sobrevivência do homem (FREITAS, 1995).

A preocupação com o meio ambiente emerge na década de 1960, em meio aos movimentos estudantis hippies, cuja dimensão política chamou atenção para as consequências ambientais do desenvolvimento econômico. Com o ecologismo, passa-se aos questionamentos dos impactos da economia sobre a humanidade (MACHADO et al., 2006). Além disso, a década de 1960 assistiu ao crescimento de movimentos que criticavam, não apenas o modo de produção, mas também o modo de vida da sociedade. Diversos grupos e organizações não-governamentais começaram a aparecer e a crescer a partir deste período (CAMARGO, 2005).

Nos anos de 1970 a grande questão era de que o conceito de desenvolvimento econômico seria incompleto, já que não se mencionava proteção aos recursos naturais. Segundo Camargo (2005), “neste mesmo período ocorreram à emergência e expansão das agencias estatais de meio ambiente, que também aumentaram as atividades de regulação e de controles ambientais”.

Com o aumento da industrialização em diversos países, a preocupação acerca deste assunto tomou maiores proporções com o aumento da industrialização em diversos países, uma vez que para obter este

crescimento os recursos naturais estavam sendo utilizados com mais intensidade, afetando assim a preservação destes recursos para as gerações futuras. Sachs et al. (1997) afirmavam que os países intesos em recursos naturais têm apresentado grandes dificuldades em manter um ritmo de crescimento econômico sustentado ao longo do tempo. E ainda segundo Ross (2001) além das falhas de crescimento, diversas evidências asseveram que os recursos naturais têm sido associados, amiúde, a barreiras à transição para a democracia. Enfatizando que a ausência de recursos naturais não gera uma condição impeditiva para o desenvolvimento econômico, como mostram as experiências de desenvolvimento de países como Japão, Hong Kong, Coreia do Sul e Cingapura.

Desta forma, o que se via a nível mundial era a concentração de esforços apenas nas políticas econômicas. Uma das primeira ações que estimularam o debate ambiental, foi a realização da Conferência da Biosfera em Paris, em 1968, que deu origem a 1ª Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1972. Após essa conferência, a maioria dos países passou a se preocupar com a proteção ambiental, inclusive o Brasil. Não havia, entretanto, uma ação coordenada pelo governo ou por uma entidade responsável pela gestão ambiental, dificultando assim a promoção de ideias sobre o conservadorismo ambiental.

Conforme Bayardino (2004) a partir dessa conferência, quase todas as nações industrializadas promulgaram legislações e regulamentos ambientais. Além disso, criaram organismos ou ministérios encarregados do meio ambiente para enfrentar de maneira eficaz a degradação da natureza.

Em 1982 foi realizada uma reunião do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), em Nairóbi, onde foi sugerido a formação de uma Comissão das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), e neste espaço foi proposto a realização do Relatório de *Brundtland*, que foi publicado em 1987. Este texto que tinha como título ‘Nosso Futuro Comum’, destacava que o “desenvolvimento sustentável é aquele que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer as necessidades das gerações futuras”, e assim tornou-se marco conceitual e estratégico na abordagem da problemática ambiental, e a partir dele o termo sustentabilidade passou a ser mais usado e debatido, sendo disseminado em escala global a partir da sua publicação (LOPES, 2001).

Desenvolvimento Sustentável é uma estratégia de desenvolvimento que administra todos os ativos, os recursos naturais e os recursos humanos assim como os ativos financeiros e físicos de forma compatível com o crescimento da riqueza e do bem-estar em longo prazo. Este desenvolvimento, como um ideal, rejeita políticas e práticas que deem suporte aos padrões de vida correntes à custa da deterioração da base produtiva, inclusive a de recursos naturais, e que diminuam as possibilidades de sobrevivência das gerações futuras (REPETTO, 1986).

A interligação entre o desenvolvimento socioeconômico e as transformações do meio ambiente, durante décadas ignorada, entrou no discurso oficial da maioria dos governos do mundo (BRUSEKE, 1996). O Desenvolvimento Sustentável é uma responsabilidade de todos os agentes da sociedade e para alcançá-lo são necessárias ações coletivas para proteger o meio ambiente, buscando opções de produção menos danosas aos recursos naturais. O conceito de ecoeficiência surgiu desta necessidade.

A eficiência está diretamente relacionada à capacidade de realizar atividades com a menor quantidade de recursos possíveis, ao combinarmos com o “eco”, que traz a ideia de natureza, ou ecologia que, implica produzir mais enquanto estiver usando menos recursos e produzindo menos resíduos e poluição. Esta ideia passou a ser uma estratégia de negócio para as empresas, mas não é avaliada somente em empresas e sim para economias mundiais, nacionais e regionais. A ecoeficiência é um dos passos para se alcançar o Desenvolvimento Sustentável.

O significado de ecoeficiência foi citado pela primeira vez por Schaltegger e Sturm na Suíça no ano de 1990. Porém, a implementação de políticas e modelos de gestão que tratassem de controle da poluição e redução de resíduos, sem esquecer o lado econômico, datam de algumas décadas anteriores, a década de 1970.

De acordo com Erkkö et al. (2005) a ecoeficiência consiste na busca pelo Desenvolvimento Sustentável nos negócios, combinando eficiências econômicas e ambientais. Esta concepção requer estes dois lados, econômico e ambiental, que parecem opostos, já que durante muitos anos pensou-se que o lado ambiental prejudicaria os retornos financeiros dos negócios, e o conceito mostra que é possível trabalhar em conjunto com esses dois lados.

A definição de ecoeficiência está em constante evolução, já que o ajustamento do desempenho econômico com o ambiental continua sendo aprimorado, porque inicialmente não se acreditavam que trariam de fato melhorias ambientais. O princípio é continuar fabricando no ritmo exigido pela economia, porém utilizando menos material ou um material menos agressivo ao meio ambiente, estimulando assim o mínimo de desperdício possível, buscando impactar cada vez menos os recursos naturais, enquanto fabrica produtos mais competitivos e que continuem atendendo as exigências do mercado.

A década de 1990 consolidou o conceito, buscando assim diminuir a distância entre o avanço econômico e a utilização dos recursos da natureza, mostrando que é importante para as empresas adotarem este conceito. Já que na década passada o que ocorria no âmbito ecológico eram o cumprimento das leis ambientais, mas sem se importar com o meio ambiente, e sim com os retornos financeiros. Zhang et al. (2011) afirmam que a eficiência econômica e ambiental é um excelente indicador, pois é capaz de mostrar a situação de ‘win-win’, que significa ganhos para ambos (economia e ecologia). De um lado, alcançar melhorias na produtividade e, por outro lado, redução do impacto ambiental.

A aplicação da ecoeficiência tem se ampliado no auxílio à criação de políticas públicas, o que reforça a relevância do conceito na mensuração do Desenvolvimento Sustentável, com exemplos disseminados internacionalmente. Para Lehni (2000) a ecoeficiência é utilizada como indicador para quantificar o progresso de um país para o Desenvolvimento Sustentável. Braungart et al. (2006) a concebem como uma estratégia de ação social, pela qual a finalidade é reduzir o uso de materiais na economia com vistas a minimizar impactos ambientais indesejáveis e produzir níveis relativamente mais altos de riquezas econômicas, que deverão ser distribuídas de maneira mais justa.

A ecoeficiência é muito importante para as políticas públicas e diversos países já estão disseminando esta ideia, buscando envolver todos os atores da sociedade e assim criar uma nova cultura do uso eficiente

dos recursos naturais. Nos países integrantes do BRICS existem iniciativas, permitindo que os empresários entendam que o seu papel é tornar-se um bom empreendedor, buscando produzir mais com menos recursos.

O BRICS foi criado como uma categoria de países em desenvolvimento que estavam em um ritmo acelerado de crescimento econômico, são eles, Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul. De acordo com a Agência Internacional de Energia (2012) em 2010, o BRICS representaram cerca de um quarto do PIB mundial, e estes cinco países representaram 33% do uso global de energia e 37% de emissões de CO<sub>2</sub> provenientes da queima de combustível. A China é o país que mais emite os gases do efeito estufa, segundo dados do Banco Mundial do ano de 2012, seguido pelos Estados Unidos, Índia, Brasil e Rússia. Dos países pertencentes ao BRICS, apenas a África do Sul não consta entre os cinco maiores emissores mundiais.

Segundo BRICS (2013) os países do BRICS ocupam 30% do território global e são o lar de 45% da população mundial; além disso, a contribuição para o crescimento econômico global ao longo da última década chegou a 50%, tornando este grupo de estados líderes no desenvolvimento econômico global. Sendo importante conscientizar esse grupo de países na promoção do Desenvolvimento Sustentável.

## METODOLOGIA

A pesquisa abrange os cinco países pertencentes ao BRICS, são eles, Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul. Os dados utilizados foram de origem secundária obtidos no site do Banco Mundial, no período de 1991 a 2012. O método de análise utilizado foi a descritiva que descreve a ecoeficiência dos países pesquisados, caracterizando-os no que se refere às principais características econômicas e ambientais. As técnicas descritivas utilizadas foram tabelas, gráficos e medidas de tendência central. Utilizou-se a Envoltória com Livre Disposição (FDH – *Free Disposal Hull*) para calcular os escores de ecoeficiência. Especificou-se um modelo de fronteira estocástica com base nos trabalhos de Robaina – Alves et al. (2015) e Camarero et al. (2012).

Supondo uma amostra  $\chi(n)$ , Deprins et al. (1984) propuseram um estimador que não impõe restrição de convexidade sobre  $\psi$ , mas a suposição de livre disponibilidade. No método FDH, a eficiência orientada para os insumos é estimada ao comparar-se cada DMU,  $i = 1, \dots, N$ , com todas as outras DMUs,  $j = 1, \dots, N$ , que produzem, pelo menos, tanto quanto ela. O conjunto de pares de DMUs na amostra que satisfaz a condição  $y_{lj}$  maior ou igual a  $y_{li}$ , para qualquer  $l$  é denotado por  $B_i$ . Entre os pares de DMUs aquele que exhibe o consumo mínimo de insumos serve como referência para  $i$  e  $\theta_i^{FDH}$  ( $\theta$  é a eficiência) é calculado como o uso relativo dos insumos:

$$\hat{\theta}_i^{FDH} = \min_{j \in B_i} \left\{ \max_{k=1, \dots, K} \left\{ \frac{x_{kj}}{x_{ki}} \right\} \right\} \quad (1)$$

As DMUs que apresentam um consumo mínimo de insumos entre todos os seus pares servem como sua própria referência. Neste caso  $\theta_i^{FDH}$  assume o valor um. Todavia, até mesmo uma única DMU nos dados que apresente pequeno consumo de insumos pode tornar as demais ineficientes. As variáveis foram extraídos do site do Banco Mundial. A seleção das entradas (inputs) e saídas (outputs) do modelo foi baseada

no estudo de Robaina – Alves et al. (2015). Os inputs utilizados: Emprego Total: mostra o número total de pessoas com idade entre 15 anos ou mais que estão trabalhando; Área de Floresta: área de terras naturais ou plantadas de árvores de pelo menos 5m<sup>2</sup>, seja produtivo ou não, e exclui árvores em sistemas de produção agrícola e árvores em parques e jardins urbanos; Consumo de Energias Renováveis: é a quota de energia renovável do consumo final.

Os outputs utilizados: Produto Interno Bruto a preço de mercado (US\$ constante em 2010): é a soma do valor bruto acrescentado de todos os produtores residentes na economia, acrescido de eventuais impostos sobre os produtos e menos quaisquer subsídios não incluídos no valor dos produtos; Emissões Totais dos Gases do Efeito Estufa em kt de equivalente de CO<sub>2</sub>: são constituídas por totais de CO<sub>2</sub>, excluindo a queima de biomassa de ciclo curto (como a queima de resíduos agrícolas e a queima de Savannah), incluindo outras queimaduras de biomassa (tais como incêndios florestais, turfeiras drenadas), todas as fontes antropogênicas de CH<sub>4</sub>, fontes de N<sub>2</sub>O e gases-F HFCs, PFCs e SF<sub>6</sub>.

Para o cálculo da ecoeficiência o 'output' utilizado foi a divisão entre o Produto Interno Bruto, considerado saída desejável, e as Emissões Totais dos Gases do Efeito Estufa, saída indesejável. Espera-se que a ecoeficiência seja maior quando as emissões diminuïrem para o mesmo valor do PIB. O cálculo foi realizado no programa estatístico STATA 12.0.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao examinar os escores de eficiência dos países por ordem decrescente de taxa de crescimento, tabela 1, para os anos de 1991, 1996, 2000, 2004, 2008, 2010 e 2012, nota-se que os países pertencentes ao BRICS alcançaram valores baixos, já que quanto mais próximo de 1 mais ecoeficiente é o país, ou seja, está se comprometendo a dar importância, não somente às variáveis econômicas, mas também às variáveis ambientais, buscando assim minorar os impactos causadas pelas atividades produtivas e contribuir para que as gerações futuras possam usufruir dos recursos naturais.

A África do Sul foi o país que obteve os melhores resultados do Índice de Ecoeficiência em todos os anos analisados e a Índia alcançou os piores resultados. Apesar de ter obtido os piores resultados em todo o período analisado, a Índia alcançou a maior taxa de crescimento devido ao aumento no PIB (291,45%), emprego total (47,64%) e na área de florestas (9,46%).

**Tabela 1:** Índice de Ecoeficiência por ordem decrescente de taxa de crescimento para os países pertencentes ao BRICS nos anos de 1991, 1996, 2000, 2004, 2008, 2010 e 2012.

Países	1991	1996	2000	2004	2008	2010	2012	Taxa de Crescimento
	Índice de Ecoeficiência (IE)							(%)
Índia	0,0086	0,0084	0,0062	0,0103	0,0116	0,0117	0,0132	53,48
Rússia	0,1315	0,1239	0,0929	0,1477	0,1589	0,1424	0,1595	21,29
África do Sul	0,1727	0,1615	0,1671	0,1641	0,1782	0,2012	0,2071	19,91
Brasil	0,0251	0,0258	0,0261	0,0240	0,0274	0,0285	0,0291	15,93
China	0,0147	0,0136	0,0096	0,0156	0,0156	0,0142	0,0154	4,76

Na Índia, de acordo com Ravindranath et al. (2012) as políticas florestais progressivas e os programas contribuiram significativamente para aumentar a arborização e as áreas de florestas. O país é, portanto, um

dos poucos países tropicais onde a cobertura florestal se estabilizou ou aumentou. Os fatores que contribuem para a estabilização da cobertura florestal, bem como os estoques de carbono, incluem: legislações, reflorestamento e programas como silvicultura social, gestão conjunta da floresta e consciência e participação da comunidade.

Quando se trata do consumo de energias renováveis (-32,15%) e as emissões totais dos gases do efeito estufa (108,06%) dos indianos, os resultados são negativos para o meio ambiente. Uma das principais causas destes resultados são os constantes desmatamentos ainda ocorridos em terra indianas, apesar do aumento da cobertura florestal nos últimos anos.

A Índia está buscando uma rápida expansão no fornecimento e geração de energia e de fontes não renováveis, conseqüentemente, as emissões de gases do efeito estufa aumentam drasticamente. Atteridge et al. (2009) afirmam que a estratégia da Índia para lidar com as mudanças climáticas é prosseguir com o desenvolvimento já estabelecido em seu Plano de Ação Nacional sobre Mudanças Climáticas, lançado em 2008. O principal objetivo é reduzir a intensidade das emissões em 20% até o ano de 2017.

Segundo Fonseca (2013) a Índia necessita de energia elétrica e de recursos hídricos capazes de sustentar elevadas taxas de crescimento econômico, e neste contexto, houve, a partir dos anos 2000, um movimento de setores do governo e de empresários no sentido de simplificar e tornar mais ágil os processos de licenciamento ambiental. Essa política ambiental indiana favoreceu o crescimento econômico, em detrimento da conservação ambiental, porém também contribuiu para o estabelecimento de um movimento socioambientalista ativo e órgãos ambientais fortemente institucionalizados, buscando assim colocar a pauta de recursos naturais prioritárias.

A Índia diminuiu o consumo de energias renováveis, 54% (1991) para 48% (2012), apesar de estar investindo em sua expansão. Um dos complicadores é que uma das maiores reservas de carvão do mundo é indiana e o país continua a utilizá-la intensamente, já que é sua principal fonte de energia. Os governantes adiaram o quanto puderam a assinatura de acordos referentes aos compromissos de limitar a emissão dos gases do efeito estufa, pois segundo eles a principal meta é diminuir a pobreza no país e para isso é necessário utilizar a sua principal fonte de energia e que os países ricos possuem maior responsabilidade com as mudanças climáticas.

A Rússia ocupou a segunda posição na taxa de crescimento do Índice de Ecoeficiência, apesar de ter uma baixa média no consumo de energia renovável. Conforme a *International Energy Agency* (IEA, 2013) a Rússia tem um elevado consumo de energia por habitante, e isto se deve às dimensões espaciais, ao clima e à estrutura industrial do país, somados à baixa eficiência energética do país. O país detém uma das maiores reservas de petróleo do mundo, possui uma considerável reserva de gás natural, muitos recursos carboníferos e a terceira maior reserva de urânio do mundo.

Os russos possuem riquezas naturais como extensas áreas de florestas e um enorme potencial para o desenvolvimento de energias eólica, solar e hidráulica. No entanto, é necessário que as políticas ambientais na Rússia sejam colocadas como pauta principal no governo, evidenciando que o investimento em energias

renováveis tem efeitos positivos não somente para os ambientes naturais, mas para a população em geral, inclusive para as empresas.

A Rússia possui uma das maiores áreas de florestas e ainda apresentou um pequeno aumento nessas áreas no período analisado. A Rússia além de ser o maior país em extensão territorial, também possui a maior área de florestas, 49% do seu território, confirmando assim sua importância para o ecossistema mundial. O único país pertencente ao ranking dos cinco maiores emissores de gases do efeito estufa que diminuiu suas emissões foi a Rússia, ocupando a terceira posição no ano de 1991, caiu para a quinta colocação em 2012, uma queda de 17,35%.

Segundo Kokorin et al. (2014) a Rússia adotou no ano de 2013 a meta de limitar as emissões domésticas em 75% até o ano de 2020. Esta meta foi projetada com base no pressuposto de crescimento mais baixo da economia, já que a área econômica comanda as políticas nacionais russas. As principais oportunidades estão na área de eficiência energética, transporte público, economia de combustível, gás e energia renovável. A eliminação de riscos não econômicos pode levar a uma expansão no planejamento de negócios por décadas, focando na rentabilidade dos investimentos em energia, bem como em muitas outras tecnologias com baixas emissões de carbono, contribuindo assim para diminuir as emissões dos gases do efeito estufa.

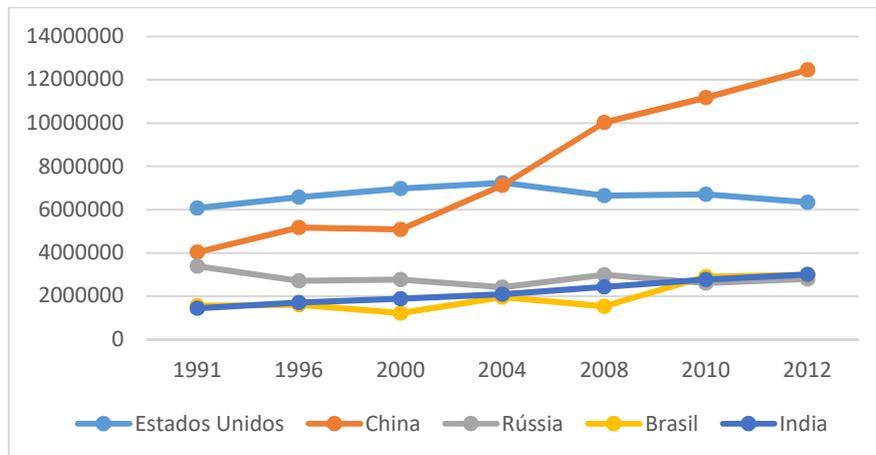
A terceira posição na taxa de crescimento do Índice de Ecoeficiência foi a África do Sul. O país possui muitas riquezas na área de energia renovável. Nos últimos anos estão sendo implantados diversos projetos de energia renovável na África. De acordo com o Banco Mundial (2012) a escassez de energia nesse continente prejudica o crescimento econômico e a adoção de tecnologias limpas, o uso de energias renováveis, como a solar e a hidráulica, podem auxiliar nesse desenvolvimento, já que os recursos naturais neste continente são pouco explorados e há grandes rios, desertos ensolarados e planaltos com ventos constantes.

O Brasil ocupou a quarta posição, com uma taxa de crescimento do Índice de Ecoeficiência de 15,93%. Estar entre os cinco países que mais emitem gases do efeito estufa contribuiu para este mal resultado, apesar dos números referentes às variáveis econômicas terem sido positivos, o PIB duplicou e o emprego aumentou 26%. No entanto, esses resultados não foram suficientes para melhorar o desempenho brasileiro.

Conforme o Ministério do Meio Ambiente (2015) em dez anos, o uso de energia renovável cresceu 30%, passando de 2,8% de toda a oferta de energia interna em 2004 para 4,1% em 2014. Essa pequena expansão da oferta de energia renovável não foi suficiente para atender o consumo de energias renováveis no Brasil, mostrando-se urgente a necessidade de um maior esclarecimento da importância do uso dessas energias, além de estímulos através de políticas públicas para que empresas e sociedade em geral tornem-se adeptos e defensores ao uso da energia renovável.

As áreas florestais brasileiras diminuíram, passando de 63,90% nos anos de 1990 para 58,07% no final do período analisado, o país perdeu 984 mil hectares de florestas, devido aos desmatamentos que ocorrem com frequência na região amazônica. Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (2015), o Brasil lidera o ranking de desmatamentos.

O pior resultado da taxa de crescimento do índice foi alcançado pela China, no valor de 4,76%. A China também figura entre os cinco maiores emissores dos gases do efeito estufa, juntamente com Rússia, Estados Unidos e Brasil. A China mais que triplicou a quantidade de gases emitidos devido, principalmente, ao intenso crescimento das atividades produtivas, como mostra o gráfico 1.



**Gráfico 1:** Total de Emissões dos Gases do Efeito Estufa. **Fonte:** Banco Mundial (2014).

Diversos países que estão em constante crescimento econômico demandam muita energia e conseqüentemente emitem mais gases do efeito estufa, já que o objetivo é utilizar fontes de energias mais econômicas, sem se preocupar com os impactos causados ao meio ambiente a curto, médio e longo prazos. Segundo Delgado et al. (2017) a China é o maior consumidor de energia do mundo, respondendo por 23% do consumo global de energia no ano de 2016. Destacando-se a grande participação da indústria pesada na economia, e esta demanda muita energia. A necessidade de desenvolvimento de infraestrutura na China depende fortemente dos setores intensivos em energia. O país é o maior influenciador de tendências globais de crescimento de consumo de energia desde os anos 2000 e essa tendência seguirá até 2020, quando deve ser ultrapassada pela Índia. Pela teoria dos recursos naturais, utiliza-se, primeiramente, o recurso mais abundante, e, por conseguinte, mais barato. Por isso a China insiste em uma matriz energética focada em carvão, seguida pela participação do óleo bruto e geração hidrelétrica.

Em relação ao consumo de energias renováveis, não houve evolução da China, manteve-se em torno de 34%, apesar do país está investindo nesse setor na busca por diminuir o uso das principais fontes poluidoras que são os combustíveis fósseis, gases emitidos pelos veículos e a produção de animais que também auxilia na geração desses gases, uma vez que os chineses comem bastante carne, por isso o governo tem como meta diminuir o consumo de carne bovina para diminuir as emissões.

De acordo com dados da IEA (2016), a matriz energética chinesa tem evoluído com o declínio da participação do carvão, que foi de 66% em 2014 e está projetada para chegar a 42% em 2035; com o aumento da participação do gás natural, mais que duplicando para 11% da matriz energética em 2035; e com o aumento da participação de óleo cru de 20% para 22%. As energias renováveis estão aumentando sua participação consideravelmente (crescimento de 695%), assim como a nuclear e hidroelétrica, com

crescimento de 644% e 38%, respectivamente. Graças a esse expressivo aumento da geração nuclear, a China responderá, em 2035, por 31% de toda a geração nuclear do mundo (DELGADO et al., 2017).

Conforme o Banco Mundial (2012) a China é um dos maiores países do mundo em extensão territorial, todavia quando se trata do percentual de área florestal, possui apenas 16,58% no ano de 1991, havendo um aumento em 2012, passando para 21,54%. E a Índia passou de 19,49% (1991) para 21,50% (2012). Isso ocorreu devido a uma maior conscientização dos governantes e da população em buscar preservar áreas florestais e assim tentar diminuir os efeitos causados pela constante poluição, mas na prática essas ações ainda não se refletiram em resultados significativos para o meio ambiente.

Segundo o Relatório da Organização das Nações Unidas (2016) a China tem o objetivo de aumentar 23% a cobertura de florestas até 2020, reduzir 15% no consumo de energia e 23% no consumo de água, e para alcançá-los a China já construiu 1,5 bilhão de metros quadrados de prédios com eficiência energética em área urbana e o uso de veículos elétricos no país aumentou 45 vezes entre 2011 e 2015.

## CONCLUSÕES

Os resultados referentes ao Índice de Ecoeficiência ao longo dos anos estudados, mostram que o valor médio diminuiu, e que a África do Sul apresentou os melhores resultados e a China os piores resultados entre os países pertencentes ao BRICS. A África do Sul obteve resultados mais positivos devido ao uso de energias renováveis e a baixa emissão de gases do efeito estufa. Já a China é um dos países que mais poluem o planeta, apesar de estar implementando diversos programas na área visando diminuir essas emissões.

Estes resultados sugerem que muito ainda precisa ser feito para que de fato os números acerca da ecoeficiência possam se tornar relevantes e essenciais na formulação de políticas públicas e na conscientização da população em geral. Uma das principais conclusões dos resultados obtidos é de que são necessárias regulamentações mais rigorosas acerca do tema ambiental, buscando assim um consenso entre os países acerca da sustentabilidade do planeta para as futuras gerações.

## REFERÊNCIAS

ATTERIDGE, A.; AXBERG, G. N.; GOEL, N.; KUMAR, A.; LAZARUS, M.; OSTWALD, M.; POLYCARP, C.; TOLLEFSEN, P.; TORVANGER, A.; UPADHYAYA, P.; ZETTERBERG, L.. **Reducing Greenhouse Gas Emissions in India Financial mechanisms and opportunities for EU-India collaboration**. Stockholm Environment Institute, 2009.

BANCO MUNDIAL. **Dados ambientais, econômicos e sociais**, 2016.

BAYARDINO, R. A.. **A Petrobras e o Desafio da Sustentabilidade Ambiental**. Monografia (Graduação) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2004.

BHATTARAI, M.; HAMMIG, M.. Governance, Economic Policy, and the Environmental Kuznets Curve for Natural tropical Forests. **Environment and Development Economics**, v.9, p.367-382, 2004.

BRAUNGART, M.; MCDONOUGH, W.; BOLLINGER, A.. Cradle-to-cradle design: creating healthy emissions e a strategy for eco-effective product and system design. **Journal of Cleaner Production**, v.15, n.13-14, p.1337-1348, 2006.

BRUSEKE, F. J.. Desestruturacao e desenvolvimento. In: VIOLA, E.; FERREIRA, L. C.. **Incertezas de sustentabilidade na globalização**. Campinas: Unicamp, 1996. p.103-132.

CAMARERO, M.; CASTILLO, J.; PICAZO-TADEO, A. J.; TAMARIT, C.. Eco-efficiency and convergence in OECD countries. **Environ Resource Econ**, v.55, n.1, p.87-106, 2012.

CAMARGO, A. L. B.. **Desenvolvimento Sustentável: Dimensões e Desafios**. 2 ed. Campinas: Papirus, 2005.

DATHEIN, R.. **Inovação e Revoluções Industriais: uma apresentação das mudanças tecnológicas determinantes nos séculos XVIII e XIX** Porto Alegre: DECON/UFRGS, 2003.

DELGADO, F.; FEBRERO, J.. **Cronos: China e as suas questões de segurança energética**. FGV Energia, 2017.

DEPRINS, D.; SIMAR, L.; TULKENS, H.. **Measuring Labor Inefficiency in Post Offices, in The Performance of Public Enterprises: Concepts and Measurements**. Amsterdam, 1984.

ERKKO, S.; MELANEN, M.; MICKWITZ, P.. Eco-efficiency in the finnish reports: a buzz word?. **Journal of Cleaner Production**, v.13, n.8, p.799-813, 2005.

FONSECA, I. F.. **A Construção de Grandes Barragens no Brasil, na China e na Índia: Semelhanças e Peculiaridades dos Processos de Licenciamento Ambiental em Países Emergentes**. Rio de Janeiro: IPEA, 2013.

FREITAS, V. P.. **Direito Administrativo e Meio Ambiente**. Curitiba: Juruá, 1995.

IEA. International Energy Agency. **Energy and Climate Change**. World energy outlook special report, 2015.

IEA. International Energy Agency. **Electricity information**. Paris, 2013.

IEA. International Energy Agency. **World energy outlook 2011**. Paris: OECD/IEA, 2011.

KOKORIN, A.; KORPPOO, A. **Russia's Greenhouse Gas Target 2020**. Projections, Trends and Risks, 2014.

LEHNI, M.. **Eco-efficiency: creating more value with less impact**. Switzerland: WBCSD, 2000.

LOPES, S. B.. **Arranjos Institucionais e a Sustentabilidade de Sistemas Agroflorestais: uma proposição metodológica**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

MACHADO, C. B.; SANTOS, S. E.; SOUZA, T. C.. A sustentabilidade Ambiental em Questão. In: SILVA, C. L..

**Desenvolvimento Sustentável: Um Modelo Analítico, Integrado e Adaptativo**. Petrópolis: Vozes, 2006. p.123-134.

MAY, P. H.; LUSTOSA, M. C.; VINHA, V.. **Economia do Meio Ambiente: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Entenda o acidente de Mariana e suas consequências para o meio ambiente**. 2015.

OLIVEIRA, F.. **Ecoeficiência: a gestão do valor ambiental**. São Paulo: EPSE, 2007.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO. **As florestas ainda cobrem 31% da superfície da Terra**, 2015.

ONU. Organização das Nações Unidas. **A cobertura florestal na China**, 2016.

RAVINDRANATH, N. H.; SRIVASTAVA, N.; MURTHY, I. K.; MALAVIYA, S.; MUNSI, M.; SHARMA, N.. Deforestation and forest degradation in India – implications for REDD+. **Current Science**, v.102, n.8, p.25, 2012.

REPETTO, R.. **World enough and time**. New Haven: Yale University Press, 1986.

ROBAINA-ALVES, M.; MOUTINHO, V.; MACEDO, P.. A new frontier approach to model the eco-efficiency in European countries. **Journal of Cleaner Production**, v.103, p.562-573, 2015. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.01.038>

ROSS, M.. Does Oil Hinder Democracy?. **World Politics**, v.53, n.3, p.325-61, 2001.

SACHS, J. D.; WARNER, A. M.. **NBER Working Paper n.5398: Natural Resource Abundance and Economic Growth**. Cambridge, 1997.

ZHANG, K.; WANG, R.; HANSSON, L.; LIU, J.; WANG, Y.. Implementing stricter environmental regulation to enhance eco-efficiency and sustainability: a case study of Shandong Province's pulp and paper industry China. **Journal of Cleaner Production**, v.19, n.4, p.303-310, 2011.

A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detém os direitos materiais desta publicação. Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas sob coordenação da **Sustenere Publishing**, da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.