

PERSPECTIVA DE DESACOPLAMENTO ENTRE EMISSÕES DE CO₂ E O PIB PER CAPITA BRASILEIRO PELO USO DE FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEIS

Luiz Lúcio de Aragão Pedroso (*), Cristiane de Jesus Aguiar, Andréia Boechat Delatorre, Thiago de Freitas Almeida

Universidade Cândido Mendes e-mail: lucio.aragão@gmail.com

RESUMO

O objetivo deste estudo é avaliar a perspectiva sobre desacoplamento entre as de CO₂ e o PIB per capita nas regiões Brasileiras. Primeiro foi realizado uma comparação de emissões de GEE de cada região versus o uso de energia de fontes renováveis. Para isso primeiramente foi realizado um levantamento bibliométrico entre 2010 e 2017 e em seguida foi realizado um levantamento de dados populacionais e de consumo de energia oriunda de fontes renováveis e finalmente foi plotado um gráfico demonstrando o desacoplamento

PALAVRAS-CHAVE: Energia, demanda, solar, geração.

ABSTRACT

The objective of this study is to evaluate the perspective on decoupling between CO₂ and GDP per capita in the Brazilian regions. First was performed a comparison of GHG emissions from each region versus the use of energy from renewable sources. For this purpose, a bibliometric survey was carried out between 2010 and 2017, followed by a survey of population data and energy consumption from renewable sources, and finally a plot was drawn showing the decoupling.

KEY WORDS: Energy, demand, solar, generation.

INTRODUÇÃO

A matriz energética mundial nos últimos 10 anos tem apontado um crescimento do uso de fontes de energia renovável mundial que segundo Agência Internacional de Energia (IEA), a capacidade instalada em energia renovável deverá aumentar em 42% ou 825 gigawatts até 2021. “Estamos testemunhando uma transformação dos mercados globais de energia elétrica liderada pelas renováveis” comentário do diretor-executivo da IEA, Faith Birol (IEA 2017).

Embora os dados apontem uma tendência de crescimento na utilização de energias mais limpas o uso de fontes de origens não renováveis como petróleo, gás natural, carvão mineral e combustíveis nucleares sendo o urânio a principal matéria-prima ainda sejam os principais recursos utilizados pelos principais países industrializados.

(Segundo Lopez-Bellido et al. (2014), em valores globais, nos últimos 50 anos, os combustíveis fósseis forneceram de 85 a 93% das necessidades de energia. As ofertas de energia no Brasil e no mundo, dependem do petróleo e demais combustíveis fósseis. (de Souza, C.L. M et al – Enfepr 2016).

Essas fontes de energia não renovável, por anos, colaboram para a expansão de emissões dos gases do efeito estufa (GEE's) dentre eles, dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), Hidrofluorcarbonos (HFC's), Hexafluoreto de enxofre (SF₆), Perfluorcarbonetos (PFC's), e Trifluoreto de nitrogênio (NF₃), influenciando nas mudanças do clima ao longo dos tempos, um bom exemplo é foi a constatação da concentração de dióxido de carbono em 2005 excede mais do que nos últimos 650 mil anos, atingindo um marca recorde de 379 partes por milhão em volume (ppmv) esse crescimento supera em 100 ppmv desde a era pré-industrial. MMA (2017).

Apesar de esforços de organismos internacionais como a Confederação das Partes (COP's) chancelado pela ONU para estabelecimentos de acordos para redução das emissões dos gases de efeito estufa como a ocorrida na COP 21 realizada em Paris na França em 2016, as taxas continuam altas, que segundo o relatório da IEA (2016) o aumento das emissões no mundo nos últimos três anos cresceu em milhões de toneladas de CO₂ de 31.354 em 2012, 32.129 em 2013 e 32.381 em 2014. IEA (2016)



1º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade

GRAMADO-RS

12 a 14 de junho de 2018

Durante o encontro, 195 países aprovaram um novo acordo global do clima, que irá pôr um freio nas emissões nos GEE's todos os signatários concordaram que a temperatura média do planeta sofra uma desaceleração de 2°C e buscando limitar a temperatura em 1,5°C. Segundo o presidente da COP, Laurent Fabius, ministro das relações exteriores da França, usando um martelo verde em forma de folha bateu na mesa. "É um pequeno martelo, mas pode fazer grandes coisas", afirmou. Além disso, os países ricos deverão garantir financiamento de US\$ 100 bilhões por ano. A partir de 2020, até 2025 quando esse valor será reavaliado e pela totalidade o acordo deverá ser revisto a cada 5 anos, sendo a primeiro ocorrendo em 2023.

No Brasil as emissões de GEE's tem sido objeto de monitoramento de órgão oficiais como EPE, MCTIC, objetivando o cumprimento voluntário assumido através do Decreto no 7.300/2010 editado após a 15a Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP 15), realizada em 2009 em Copenhague.

O crescimento das emissões em milhões de toneladas de CO₂, em 2012 foi de 8.666, 2013 em 9.026 e em 2015 de 9.135. Contribuindo diretamente para o aquecimento global do planeta. Dessa forma organismos internacionais como a (GEOKLOCK), tem procurado realizar inventários das emissões dos gases do efeito estufa.

O inventário de GEE da GEOKLOCK (2014) identifica e quantifica as principais fontes e respectivos gases no qual baseia se nas diretrizes do GHP Protocol "Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard – Revised Edition", do World Resources Institute (WRI) e do World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), de abril de 2004 e na Norma ISO 14064:06-Parte 1 (Specification with guidance at the organizations level for quantification and reporting of greenhouse gas emission and removals). Nos quais são regulamentadas pela UNFCCC, através do Protocolo de Kioto: (ALL – America Latina Logística – Julho/2014).

OBJETIVO GERAL

O objetivo deste estudo é analisar as perspectivas de desacoplamento entre as emissões de CO₂ e o PIB Per Capita nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil pelo Uso de Fontes de Energia Renováveis buscando estabelecer uma relação direta entre o uso de energia oriundas de fontes renováveis e a desaceleração das emissões de CO₂ per capita nestas regiões.

METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste estudo foi necessário realizar uma pesquisa bibliométrica e também apresentar algumas definições importantes.

ESTUDO BIBLIOMÉTRICO

Neste estudo optou se por uma revisão bibliométrica conforme modelo de Costa (2010). Onde a revisão da literatura será discutida através da aplicação do estado da arte, utilizando a Bibliometria para realizar o levantamento teórico de dados tais como; números de trabalhos realizados, os principais autores, países em quais idiomas que mais publicaram, trabalhos que se assemelham com o tema desta pesquisa.

Para a pesquisa foi selecionada a base de dados Scopus, por ser um dos maiores repositórios de publicações em pesquisas do mundo. Inicialmente foi utilizado o conjunto de palavras-chave "Emission and Decoupling", onde foram descobertos 1.111 trabalhos publicados, depois foi realizada uma segunda pesquisa, utilizando as palavras-chave "Emission and Decoupling and CO₂" onde foram descobertos 67 trabalhos e por fim foi realizado um corte temporal entre 2010 à 2017, onde foram obtidos 57 trabalhos, Figura 1.

No período de 2010 a 2017, destaca se o ano de 2011 com 11 publicações e em seguida o ano de 2017 com 13. Conforme Figura 1.

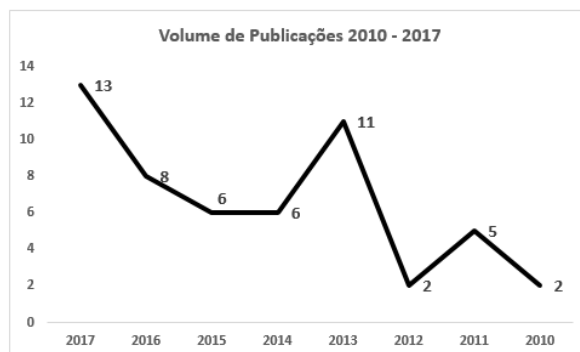


Figura 1 – Publicações por Ano
Fonte: Base Scopus. Elaborado pelo Autor

Dentre os autores que mais se destacam neste período foram Zhang M. com 5 trabalhos em seguida Wang W.; com 3 trabalhos e Dai, S.; e Kaneko, S.; ambos com 2 trabalhos cada e os demais com 1 trabalho publicado, Figura 2 no período de 2010 a 2017, destaca se Zhang com 5 trabalhos publicados

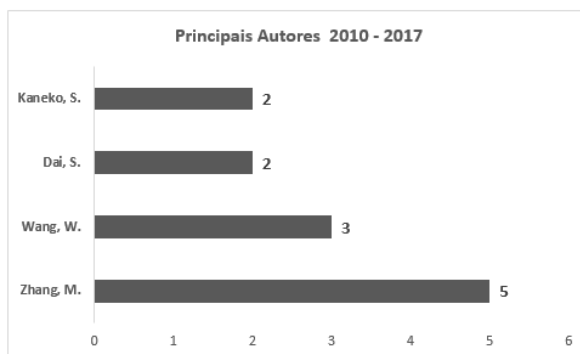


Figura 2 – Publicações por Principais Autores
Fonte: Base Scopus. Elaborado pelo Autor

Dentre os países que mais produziram, destaca se a China com 18 trabalhos, seguido pela Austrália com 4 trabalhos e Alemanha, Espanha e Estados Unidos com 4 trabalhos cada em seguida Finlândia, Japão, Reino Unido cada um com 3 trabalhos e finalmente Canadá, Portugal, Suíça, Taiwan cada um com 2 trabalhos e França com apenas 1, Figura 3.

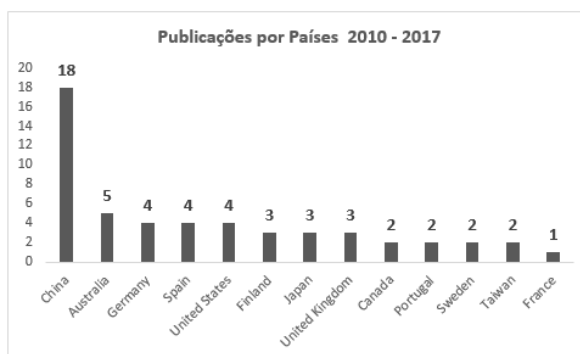


Figura 3 – Publicações por Países
Fonte: Base Scopus. Elaborado pelo Autor

Dentre os tipos de publicações dos 57 trabalhos 45 foram Artigos, 7 publicados e me Conferências e 1 como capítulo de um livro, Figura 4.

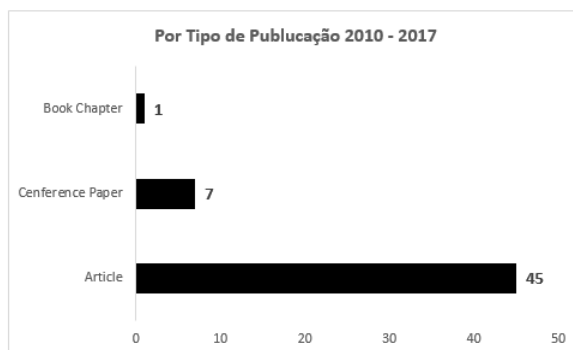


Figura 4 – Publicações por Tipo de Veículo

Fonte: Base Scopus. Elaborado pelo Autor

As 57 publicações foram alvo de interesse das áreas de Energia com 21 publicações e 32 em Meio Ambiente. Figura 5.

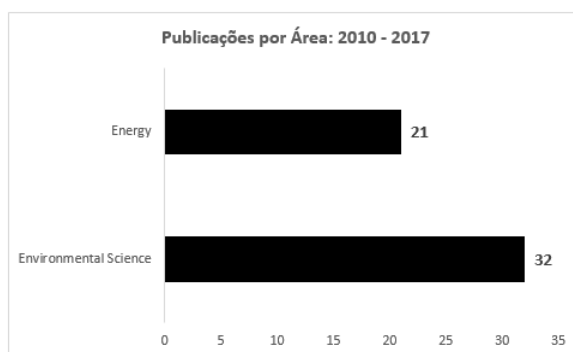


Figura 5 – Publicações por Área da Ciência

Fonte: Base Scopus. Elaborado pelo Autor

Analisando as publicações por idiomas 52 delas ocorreram em língua inglesa, mostrando a importância deste idioma no mundo e 1 em Chinês, Figura 6.

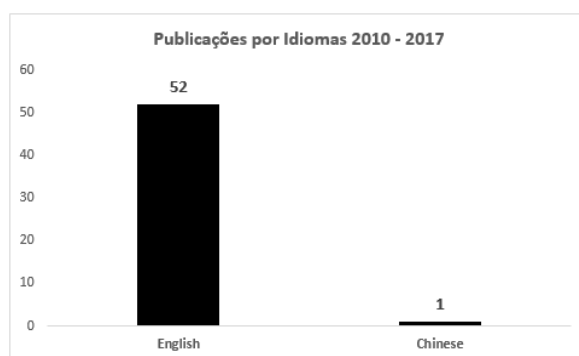


Figura 6 – Publicações por Idioma

Fonte: Base Scopus. Elaborado pelo Autor

GASES DO EFEITO ESTUFA

Trata-se de um processo de um fenômeno natural que viabiliza a existência de vida no Planeta Terra, onde uma parcela da energia solar que atinge o planeta é imediatamente refletida de volta para o espaço, promovendo o equilíbrio térmico de todo o globo terrestre, tornando o planeta habitável, proporcionando uma temperatura média global em torno de 14°C. (MMA 2017). E esse equilíbrio pode ser alterado se ocorrer alteração na quantidade recebida na superfície da terra,

alteração da órbita da terra ou até mesmo do sol, ou pelo excesso de concentração de gases do efeito estufa na atmosfera, essas concentrações estão ocorrendo devido ao aumento de emissões antrópicas desses mesmos gases e particularmente as atividades humanas e setores da economia. MMA (2017). Os principais gases que compõem os GEE são o CO₂, CH₄, N₂O, HFC's, SF₆, PFC's, NF₃.

EQUAÇÃO DE EMISSÃO DOS GASES DO EFEITO ESTUFA

As emissões de GEE são usualmente representadas pela quantidade de dióxido de carbono equivalente (CO₂e) emitida pela empresa. O cálculo da emissão em CO₂e é realizado através da soma ponderada dos GEE, por seus respectivos Potenciais de Aquecimento Global (PAG), segundo a Equação 1, sendo as quantidades de GEE expressas em toneladas métricas.

$$CO_2e = \sum (PAG_i * GEE_j) \quad \text{equação (1)}$$

Onde:

CO₂e – Emissões de GEE (tCO₂e)

PAG – Potencial de Aquecimento Global do gás i (tCO₂e/t)

GEE – Massa do gás i (t)

i – Gás do efeito estufa

Segundo o GWP – Global Warming Potencial, considera a influência dos Gases do efeito estufa na alteração do Balanço Energético da Terra, para um prazo de 100 anos, 1 tonelada de CH₄ equivale a 21 toneladas de carbono equivalente (Coe), GWP-100 (IPCC-AR2) (GEOKLOCK, 2014).

EVOLUÇÃO DA PARTICIPAÇÃO DAS FONTES RENOVÁVEIS NA MATRIZ ENERGÉTICA

A participação das fontes de energia não renovável na matriz energética brasileira tem encolhido em contrapartida a participação das fontes renováveis tem crescido e segundo projeções da EPE essa participação deverá passar de 43% em 2010 para 44,5% em 2020 e 44,8% em 2030, conforme mostra a Figura 7.

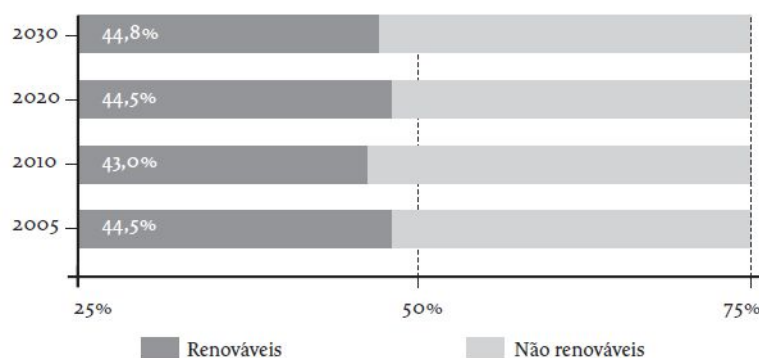


Figura 7 – Evolução da participação das fontes renováveis na matriz energética do Brasil 2005-2030
Fonte: EPE – BEN 2016

PIB NAS REGIÕES DO BRASIL

O PIB (Produto interno Bruto) que é uma medida de valor que soma todos os bens e serviços produzidos no país durante um período em todos segmentos da economia de cada região brasileira. A Figura 8 apresenta o PIB brasileiro

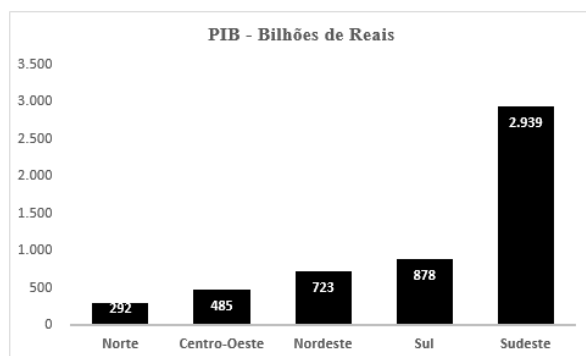


Figura 8 – PIB por Regiões brasileiras.

Fonte: Censo 2010 (IBGE) Elaborado pelo Autor com dados

Observa-se, na Figura 8, uma disparidade no PIB das regiões brasileiras. A região sudeste apresenta o maior índice, enquanto a Norte se posiciona em último lugar.

RESULTADOS

PIB VERSUS EMISSÕES DE GEE'S NAS REGIÕES

A realidade Brasileira demonstra que as emissões per capita dos gases do efeito estufa cresce pela alta concentração populacional nessas regiões e pelo alto consumo de energia de fontes não renováveis utilizados nas indústrias e pelos biocombustíveis dentre outros utilizados no setor de transportes, (Ajanovic e Hass, 2014).

Na figura 9, nota-se que a medida que a curva do PIB cresce a curva de emissões de GEE aumenta.

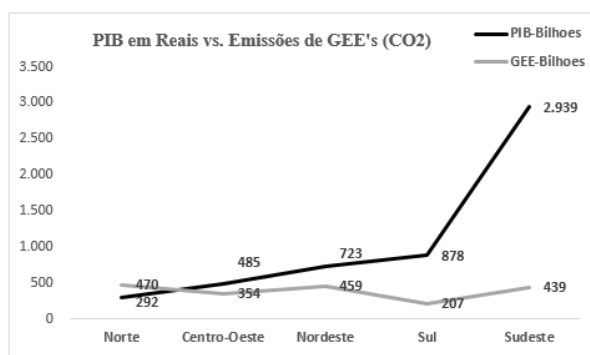


Figura 9 – PIB por Região

Fonte: Censo 2010 (IBGE) Elaborado pelo Autor com dados

As emissões de GEE nas regiões Brasileira entre o período de 2010-2015, segundo SEEG V. 4.0 (2016), tem aumentado neste período, destaca-se a região sul com a menor emissão pontuando aproximadamente 207MM e a região sudeste com a maior emissão de 439, como ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 – Emissões de Gases do Efeito Estufa por Regiões Brasileiras. 2010 – 2015

Fonte: SEEG, 2016 – V. 4.0.

Regiões	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Centro-Oeste	272.950.530	302.306.474	277.237.269	313.320.993	312.907.638	354.057.190
Nordeste	395.387.951	393.650.383	420.912.780	476.240.838	469.066.821	458.638.536
Norte	531.190.635	498.458.315	398.706.440	460.679.276	415.456.243	469.564.056
Sudeste	411.797.092	435.688.030	479.562.076	469.045.084	452.085.237	438.726.636
Sul	213.767.780	197.532.964	207.834.535	220.756.104	212.084.376	206.695.257
Total Geral	1.825.093.988	1.827.636.166	1.784.253.099	1.940.042.294	1.861.600.315	1.927.681.676

COMPARAÇÃO ENTRE EMISSÕES DE GEE/POP VERSUS REN/POP.

Comparando as regiões o maior emissor per capita é a região Norte com 29,6 esse índice oriundo dos baixos investimentos em fontes de energia renovável 19K, destaca se a região sudeste com alto consumo de energia renovável, Tabela 2.

Tabela 2 – Dados de Emissões CO₂, Consumo de Energia Renovável vs. População de 2015

Fonte: SEEG 2016 – V. 4.), Censo 2010 (IBGE) – Elaborado pelo Autor.

Região	GEE (CO ₂)	Renovável	População (milhões)	GEE/População	REN/População
Norte	469.564.056	19.403	15.864.454	29,6	1,2
Centro-Oeste	354.057.190	23.696	14.058.094	25,2	1,7
Nordeste	458.638.536	77.440	53.081.950	8,6	1,5
Sul	206.695.257	43.844	27.386.891	7,5	1,6
Sudeste	438.726.636	123.122	80.364.410	5,5	1,5
Total	1.927.681.676	287.505	190.755.799	76	8

DESACOPLAMENTO CO₂ X PIB POR REGIÃO

O aumento do consumo de energia renovável assim bem como a aplicação de políticas de reduções de GEE nas regiões Brasileiras torna se evidente a medida que mais investimentos forem realizados nessas regiões e sabido que as emissões de CO₂ por exemplo está ligado diretamente as economias, esse estudo aponta que a tendência de desacoplamento e possível na medida que mais investimentos ocorram.

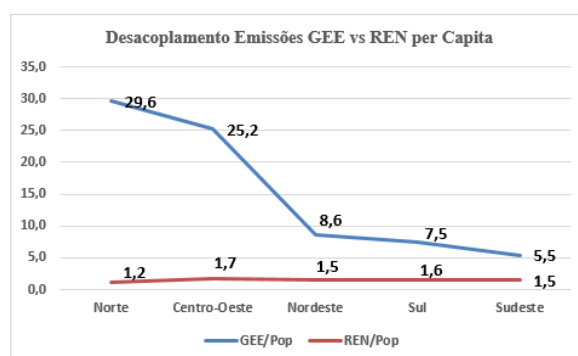


Figura 10 – PIB por Região

Fonte: Elaborado pelo Autor com dados

CONCLUSÃO

As perspectivas Brasileira para a geração de energia oriunda de fontes de energia renováveis são promissoras a Resolução Normativa de número 482 de 17 de abril de 2012, estabelece as condições gerais para os brasileiros acesso a micro geração distribuída de energia com potência menor ou igual a 100Kw. Programas de fomento como o PRODEEM incentivam a instalação de sistemas fotovoltaicos que podem atender a 7.000 comunidades que poderão conectar se a 29 sistemas com a capacidade de 157 Kw. O BNDES oferece financiamentos diversos de valor igual ou superior a R\$ 200 MM.

No aspecto geográfico o mapa solar brasileiro indica uma temperatura média de 28° C favorecendo ótima condição climática de forma geral. O entrave segundo alguns estudos são os altos custos de implantação.

Por tudo isso o Brasil possui uma vocação natural para ser um dos países no Mundo a apresentar resultados reais de desacoplamento das emissões de CO₂ pelo uso de energias renováveis

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AJANOVIC, A. HASS, R.R. On the future prospects and limits of biofuels in Brazil, the US and EU. Applied Energy, v. 135, p. 730-737, 2014



1º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade

GRAMADO-RS

12 a 14 de junho de 2018

2. BEN – Balanço Energético Nacional (BEN) – Relatório Síntese, Ano Base 2015 , EPE, Ministério de Minas e Energia – Junho de 2016.
3. COSTA, H. G. Modelo para webibliomining: proposta e caso de aplicação. Revista da FAE, Paraná, v.13, n 1 p.115-126, 2010.
4. GEOKLOCK – Atualização do Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa, ano base 2013, SP/P6204?R0381?2014 – Rev01. All – América Latina Logística – Julho/2014
5. IBGE – Censo 2010 – [Http://censo2010.ibge.gov.br](http://censo2010.ibge.gov.br)
6. IEA – International Energy Agency – CO2 Emissions from fuel combustion, OECD/IEA, Paris, 2016 – <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/co2-emissions-from-fuel-combustion---2016-edition---excerpt---key-trends.html>
7. IEA. Decoupling of global emissions and economic growth confirmed. Disponível em: <https://www.iea.org/newsroomandevents/pressreleases/2016/march/decoupling-of-global-emissions-and-economic-growth-confirmed.html>>. Acesso em: 9 ago. 2016.
8. IEA – World Energy Outlook, 2017
9. MMA - <http://www.mma.gov.br/informma/item/195-efeito-estufa-e-aquecimento-global> - acesso em: 12-10-2017
10. SEEG – Sistema de Estimativa de Emissão de Gases do Efeito Estufa, Nota Metodológica – SEEG 4.0 – Outubro 2016.