

REDUÇÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA PELOS PROJETOS DE CRÉDITO DE CARBONO NO SETOR ENERGÉTICO BRASILEIRO

M. J. N. ANATER*, C. R. SANQUETTA, B. N. V. SCHIAVO e A. P. D. CORTE

Universidade Federal do Paraná

anaater@hotmail.com*

Artigo submetido em outubro/2015 e aceito em fevereiro/2016

DOI: 10.15628/holos.2016.3669

RESUMO

Projetos de geração de energia que priorizam a utilização de fontes renováveis podem contribuir com a mitigação de gases de efeito estufa, diversificação da matriz e melhora da segurança energética do país. Este artigo tem como objetivos apresentar os níveis consumo de energia, emissão, e a evolução dos projetos que visam a geração de créditos de carbono no setor energético brasileiro e a contribuição destes para o alcance das metas de redução de GEE estipuladas pela Lei nº 12.187/2009. Para isso foi

feita uma revisão bibliográfica em base de dados de diversos sites especializados. Verificou-se que o número de projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e no Sistema de Crédito Verificado no setor energético corresponde respectivamente a 207 e 54, e que as emissões evitadas pelos projetos registrados até o final de 2014 representam 4% do total de emissões que seriam geradas até o ano de 2020 pelo setor energético brasileiro.

PALAVRAS-CHAVE: dióxido de carbono, emissões evitadas, energia, mudanças climáticas, potência instalada.

REDUCTION OF GREENHOUSE GASES BY CARBON CREDIT PROJECTS IN THE BRAZILIAN ENERGY SECTOR

ABSTRACT

Energy generation projects that prioritize the use of renewable energy sources can contribute to the mitigation of greenhouse gases, diversification of the matrix and improving energy security. This article aims to present emission levels, energy consumption, and the development of projects aimed at generating carbon credits in the Brazilian energy sector and their contribution to the GHG reduction targets established by Law No. 12.187 / 2009. A literature review in several

specialized sites database was carried out in order to identify the Brazilian projects. It was found that the number of Clean Development Mechanism and Verified Carbon Standard projects in the energy sector corresponds to 207 and 54 respectively. The avoided emissions of greenhouse gases by the projects registered by the end of 2014 represent 4% of the total emissions that would be generated by the year 2020 by the Brazilian energy sector.

KEYWORDS: carbon dioxide, emissions avoided, energy, climate change, installed capacity.

1. INTRODUÇÃO

Em decorrência à constatação do aumento da temperatura global nas últimas décadas, surgiu o Protocolo de Kyoto, que prevê a redução de emissões de gases causadores do efeito estufa pelos principais responsáveis, ou seja, pelos países desenvolvidos, chamados países do Anexo I. O Protocolo define que 5,2% das emissões totais geradas com base no ano de 1990 fossem cortadas entre o período de 2008 e 2012 pelos países englobados pelo tratado (IPCC, 1995).

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) é o único meio estabelecido pelo Protocolo de Kyoto no qual países que não são pertencentes ao Anexo I podem participar efetivamente do cumprimento das exigências atribuídas a eles. Nesse mecanismo, nações em desenvolvimento podem reduzir voluntariamente as emissões de gases de efeito-estufa, gerando créditos de carbono, chamados de Reduções Certificadas de Carbono (RCEs), que podem ser vendidos a países do Anexo I para que possam cumprir com sua meta de redução (MCTI, 2009b). Cada RCE significa a redução de uma tonelada de CO_{2eq}.

Segundo Watts *et al.* (2014) os países com participação mais ativa no MDL são aqueles com alto índice de confiança de Investimento Direto Estrangeiro (IDE) e com níveis elevados de emissões, entre eles os principais são Índia, China e Brasil. Winkelman e Moore (2011) afirmam que quanto maior o nível de emissões do país, maiores são as chances dele se tornar um país hospedeiro e com maiores lucros, justamente pelo fato de que, quanto menores as emissões, menores também as oportunidades de existirem projetos rentáveis, reduzindo a probabilidade de implementação de projetos de créditos de carbono.

Para Grubb *et al.* (2011) o MDL tem enfrentado críticas em relação a sua adicionalidade, cobertura e eficácia, apesar de ter apresentado grandes reduções reais de emissões em um espaço de tempo relativamente curto, porém, há a necessidade de melhorias no programa para expandir o grau real de reduções globais. Pra isso, os autores destacam que é necessário um engajamento maior de países, incluindo os menos desenvolvidos e que as emissões são dominadas pelo uso da terra, um direcionamento para o setor de construção e transportes e investimentos governamentais adequados. Assim, com um maior número de países assumindo limites de emissão, o desenvolvimento de mecanismos internacionais para integração e conseqüentemente o fluxo monetário do mecanismo seria favorecido.

Outro mecanismo de geração e venda de créditos de carbono é o Padrão Verificado de Carbono (VCS). É um método onde projetos novos ou já existentes podem adotar para comprovar que estão efetivamente reduzindo ou removendo, voluntariamente, gases de efeito estufa (GEE) e, além disso, qualquer país pode participar. Neste programa são geradas as Unidades de Carbono Verificadas (VCUs), onde corporações, organizações e pessoas adquirem voluntariamente a fim de colaborar e incentivar as reduções globais de emissão de GEE (VCS, 2015). Os projetos englobados pelo Padrão Verificado de Carbono estão diretamente voltados ao mercado que procura uma vinculação da ideia de produto sustentável à sua marca, fazendo com que os créditos vendidos estejam atrelados a um conceito de responsabilidade ambiental do produto. Assim como o RCE, cada VCU significa também a redução de uma tonelada de CO_{2eq}.

Paiva *et al.* (2014) verificaram que o mercado voluntário apresenta maior potencial para contribuição do desenvolvimento sustentável localmente em comparação ao mercado regulado, devido a sua maior flexibilidade, diversidade de atores, e a exigência da demonstração dos benefícios declarados. Os autores destacaram que além do estímulo da utilização eficiente dos recursos naturais e geração de emprego, alguns cobenefícios estimulam outros, como a melhoria das condições de trabalho com a melhoria nas condições de saúde e segurança, proporcionando então, através do desenvolvimento sustentável a redução de GEE. Segundo Souza e Andrade (2014) em relação ao ciclo dos projetos de redução de GEE no mercado voluntário, este é menos burocrático e oneroso que o mercado regulado pelo Protocolo de Kyoto.

A ampliação da utilização de energias renováveis em um país faz com que haja um aumento da sua segurança energética já que proporcionam uma maior diversidade de fontes em sua matriz (CAMIOTO e REBELATTO, 2014; SANTOS, 2013). Assim, projetos energéticos no âmbito de MDL e do VCS são uma boa forma de contribuir para a melhora desses índices, já que alguns deles corroboram com a melhoria da eficiência energética dos processos. Outro ponto positivo, destacado por Silva Júnior *et al.* (2011) é que, projetos de geração de crédito de carbono, ao buscarem a redução de resíduos na fonte, tenderiam a inovar os processos produtivos, eliminando perdas e reduzindo impactos ambientais e custos de produção.

Atualmente a matriz energética mundial é baseada essencialmente nas fontes não renováveis (principalmente petróleo), muito diferente da matriz energética brasileira, onde a parcela correspondente a fontes renováveis é bem mais expressiva, fazendo do Brasil um ótimo hospedeiro para projetos que gerem créditos de carbono. Assim, este estudo tem como objetivo realizar uma análise dos projetos de MDL e VCS no Brasil, com foco no setor energético brasileiro e sua contribuição para a redução de emissões a partir da inclusão desses projetos no país.

2. METODOLOGIA

Para o levantamento de dados referentes ao MDL foi utilizada a base de dados disponível no site da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC, 2015) e do Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação (MCTI, 2014b). Para os dados referentes aos projetos de VCS foi adotado o banco de dados do site desse padrão. Nestes sites foi verificada a potência instalada, o número de projetos, a tipologia dos projetos e o histórico de cada mecanismo.

Para a obtenção de dados referentes às emissões de GEE no Brasil foi utilizado o Relatório elaborado pelo Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação, denominado “Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa”. Para a soma e comparação dos gases foi utilizada a metodologia do Potencial de Aquecimento Global (GWP) elaborada pelo IPCC (1995), na qual cada gás apresenta uma equivalência de potencial de aquecimento em relação ao CO₂ (Tabela 1). Assim é possível encontrar uma unidade comum que representa os a contribuição de cada gás, que ao serem convertidos a essa unidade comum, são ditos como CO_{2eq}.

Tabela 1: Gases de efeito estufa e valor correspondente para o GWP.

Gás	Símbolo	GWP
Dióxido de Carbono	CO ₂	1
Metano	CH ₄	21
Óxido Nitroso	N ₂ O	310
Hidrofluorcarbonos	HFC-23	11.700
	HFC-125	2.800
	HFC-134a	1.300
	HFC-143a	3.800
	HFC-152a	140
Perfluorcarbonos	CF ₄	6.500
	C ₂ F ₆	9.200
Hexafluoreto de enxofre	SF ₆	23.900

Fonte: (IPCC, 1995).

As emissões no setor de energia deste relatório são devido à queima de combustíveis e emissões fugitivas na indústria de petróleo, gás e carvão mineral, sendo desconsideradas as emissões de CO₂ devido ao processo de redução nas usinas siderúrgicas.

Para a estimativa e comparação das emissões totais geradas pelo setor de energia e das reduzidas pelos projetos de MDL e VCS no Brasil entre os anos de 2004 e 2012, foi utilizada uma extrapolação dos dados de emissões dos anos de 1990 a 2005 fornecidos pelo Segundo Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa (2009), que fornece os valores das emissões relativos aos anos de 1990, 1995, 2000 e 2005. Uma linha de tendência exponencial foi então traçada, e assim as emissões para os anos seguintes puderam ser estimadas. Essa mesma metodologia foi também utilizada por MCTI (2014a), e é justificada pela ausência de valores que indiquem a trajetória de emissões do Decreto nº 7.390/2010. Assim, foram somadas as parcelas correspondentes às emissões de CO₂, N₂O e CH₄ de acordo com as equivalências de emissões contidas na Tabela 1 e projetada uma curva exponencial. Os valores de emissões entre 2004 e 2020 foram somados e então comparados com as emissões evitadas pelos projetos de VCS e MDL no setor energético brasileiro.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Situação do MDL no Brasil.

A Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) é o órgão que registra os projetos adequados ao âmbito do MDL no mundo. No Brasil, antes dos projetos serem enviados para a UNFCCC, passam pela Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima (CIMGC). Uma das atribuições da CIMGC é definir critérios de elegibilidade adicionais e apreciar pareceres sobre atividades de projetos de MDL. Assim, um projeto brasileiro, para ser aprovado pela UNFCCC deve antes ter aprovação da CIMGC.

O número de projetos MDL registrados pela UNFCCC ao final do ano de 2014 era de 7.598. Historicamente, o Brasil encontra-se em terceiro lugar em relação ao número de projetos mundiais de MDL. Atualmente, o país possui 333 projetos registrados na entidade, correspondente a 4% do total mundial. A China predomina no mercado de créditos de carbono, com um total de 3.763 projetos (50% dos projetos mundiais), enquanto a Índia ocupa a segunda posição com 1.536 projetos.

O término do primeiro período de compromisso, no ano de 2012, fez com que todos os produtores que possuíam alguma intenção de gerar créditos de carbono enviassem seus projetos, pois temiam que o segundo período de compromisso não fosse renovado, isso gerou o elevado pico de projetos recebidos e aceitos pela UNFCCC no ano de 2012, onde foram aceitos 100 projetos brasileiros, 86 a mais que no ano anterior (Figura 1).

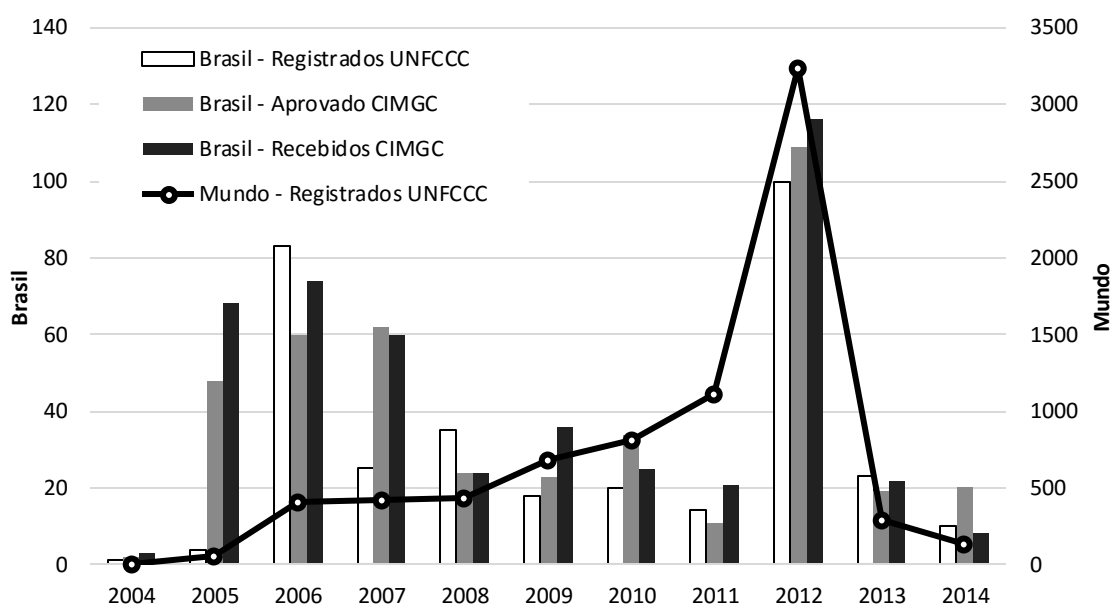


Figura 1: Histórico de projetos MDL no Brasil e no mundo com base nos dados de MCTI (2015) e UNFCCC (2015).
Fonte: Autores (2015)

Os três estados brasileiros que contam com o maior número de projetos de MDL aprovados na UNFCCC são, respectivamente, São Paulo com 74, Minas Gerais com 56 e Rio Grande do Sul com 42 projetos. A região com maior participação é a Sudeste com 39% do total, seguida pela região Sul (22%), Centro-Oeste (18%), Nordeste (14%) e Norte (4%) (MCTI, 2014b).

Em contexto global, dos 7.599 projetos existentes, 6.383 se enquadram no setor de energias renováveis ou não renováveis, correspondendo a 84% do total. Enquanto isso, dos 333 projetos registrados no Brasil, 207 se enquadram nesse setor, 62,17% do total conforme Tabela 2.

Tabela 2: Número de projetos brasileiros no setor de energias renováveis - não renováveis registrados na UNFCCC entre os anos de 2006 e 2014.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Biomassa para cogeração	33	2	1	-	-	1	-	-	-
Solar	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Eólica	3	1	-	-	-	-	44	4	2
Hidrelétrica	14	9	7	6	7	7	29	7	7
Queima de gases residuais	2	-	-	-	-	-	1	-	-
Substituição de combustível fóssil	1	4	2	1	1	-	-	-	-
Utilização do metano	-	1	4	-	-	-	3	2	-
Total	53	17	14	7	8	8	78	13	9

Fonte: Autores (2015).

De acordo com Silva Júnior *et al.* (2011), nos primeiros anos de implantação dos projetos de MDL, a parcela correspondente à energia eólica foi uma das mais prejudicadas. Segundo os autores, devido ao ineditismo desse tipo de projeto no Brasil, exigência de altos investimentos iniciais e um complexo sistema regulatório para o setor de energia, fez com que projetos de MDL de parques eólicos fossem considerados de alto risco pelos investidores. Porém, com o tempo, essa situação foi amenizada com incentivos governamentais e políticas públicas específicas para aumentar a parcela deste tipo de energia na matriz energética brasileira.

Outro ponto que vale ser destacado sobre projetos eólicos no âmbito do MDL é que como o aproveitamento do potencial eólico brasileiro é ainda ínfimo, a utilização desse tipo de energia incentiva à produção nacional de tecnologia, diminuindo o grau de importação de equipamentos de produtores estrangeiros. Segundo Silva Júnior *et al.* (2011), a partir do domínio e desenvolvimento tecnológico desta fonte de energia o país terá como produto benefícios econômicos, sociais e ambientais.

O grande número de usinas de biomassa para geração incluídas no MDL no primeiro ano de implantação pode ser explicado devido ao grande sucesso de implantação dos veículos flex no país, isso fez com o número de usinas de produção de álcool crescesse substancialmente, e em virtude disso, houve uma maior geração de resíduos (bagaço). Para uma melhor destinação coproduto as usinas investiram em tecnologias para geração de eletricidade a partir do processo de cogeração utilizando como combustível o bagaço de cana-de-açúcar. Isso fez com que houvesse um interesse inicial na venda de créditos de carbono por parte das indústrias, porém, segundo Graziano (2014), depois de um grande período como exportador de etanol, o Brasil tornou-se um importador, principalmente pela quebra de muitas indústrias produtoras deste combustível. O autor destaca que, no interior do país, de um total de 385 unidades produtoras 100 encontram-se endividadas e, além do mais outras dezenas de projetos de construção de novas usinas não saíram do papel. Com a alta do preço do combustível, o consumidor final prefere abastecer com gasolina, deixando de lado o etanol. Assim, houve uma estagnação no setor de açúcar e álcool, o que poderia explicar a consequente redução na procura para incorporação das usinas no âmbito do MDL.

O principal problema enfrentado entre diversos geradores em potencial de créditos de carbono é a burocratização do processo para a implantação de projetos de MDL, que requer

diversos tipos de laudos e estudos, que muitas vezes, desestimulam a preferência pelo MDL, fazendo com que optem pelo mercado voluntário que é menos burocrático, ou deixem de aplicar qualquer um dos mecanismos. Essa ideia é corroborada pelo estudo de Silva e Silva (2015), que verificou a implantação de projetos de MDL nas usinas do setor sucroalcooleiro da região do Pontal do Triângulo Mineiro, e apesar do grande número de empresas deste tipo na região (15 usinas), apenas uma usina possuía projeto de aproveitamento da biomassa residual (bagaço) para geração de RCEs.

O Brasil apresenta um grande percentual proveniente de hidrelétricas devido à abundância de rios em quase toda a extensão territorial. Em consequência da grande dificuldade de instalação de grandes centrais hidrelétricas por diversos fatores associados, principalmente ambientais, as Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) estão tomando uma parcela cada vez maior e mais relevante na geração da energia elétrica brasileira. Assim, com essa maior instalação de PCHs, o número de projetos de MDL associados a esta aumentou, sendo que hoje o número de projetos correspondentes a hidrelétricas é substancialmente maior do que de qualquer outro tipo de projeto de MDL.

Segundo Abramovay (2014), apesar da grande contribuição de hidrelétricas para a matriz energética brasileira, sua expansão é inelástica, conflituosa e cada vez mais cara, além disso, as maiores contribuições tecnológicas não estão neste segmento, e sim em outras renováveis modernas, como solar, eólica, biomassa e geotérmica. De acordo com Funchal (2015) a elevada dependência de geração elétrica a partir de fontes hídricas adicionada às dificuldades de gerenciamento dos níveis dos reservatórios tem motivado e o aumento dos preços de energia elétrica no mercado, favorecendo um cenário cada vez mais pessimista.

A UNFCCC considera que as metodologias de projeto de MDL podem ser classificadas em pequena e larga escala, onde as de pequena escala são os projetos de energia renovável com produção máxima equivalente a 15 MW, os projetos de melhoria de eficiência energética que reduzam o consumo de energia no lado da oferta e/ou demanda em até 60 GWh/ano e outras atividades que resultem em emissões menores ou iguais a 60 tCO₂eq por ano. As outras atividades são classificadas como projeto de larga escala.

No mundo 60,43% dos projetos de MDL registrados na UNFCCC foram classificados como grande escala. No Brasil, até o mês de dezembro de 2014, 67% foram classificados como larga escala enquanto os outros 33% foram classificados como de pequena escala, isso corresponde a 222 e 111 projetos respectivamente. Historicamente, os projetos de larga escala passaram de 57% no mês de julho de 2007 para 67% em novembro de 2014. Esses projetos aumentaram em proporção aos projetos de pequena escala devido, principalmente, ao aumento do número de projetos de hidrelétricas e fazendas eólicas incluídas no domínio do MDL.

Entre 2007 e 2011 a potência instalada de atividades de projeto no âmbito do MDL no Brasil cresceu em média 7% a.a., passando de 2.537 MW no ano de 2007 para 4.032 MW no ano de 2011. Porém, entre 2011 e 2012, a potência instalada teve um salto de 289% passando para 15.668 MW, onde o término do primeiro período de compromisso do MDL fez com que o número de projetos enviados para aprovação aumentasse consideravelmente que elevou os valores de potência

instalada. Após o ano de 2012, a taxa de variação desse parâmetro foi de em média 0,2% a.a. como visualizado na Figura 2.

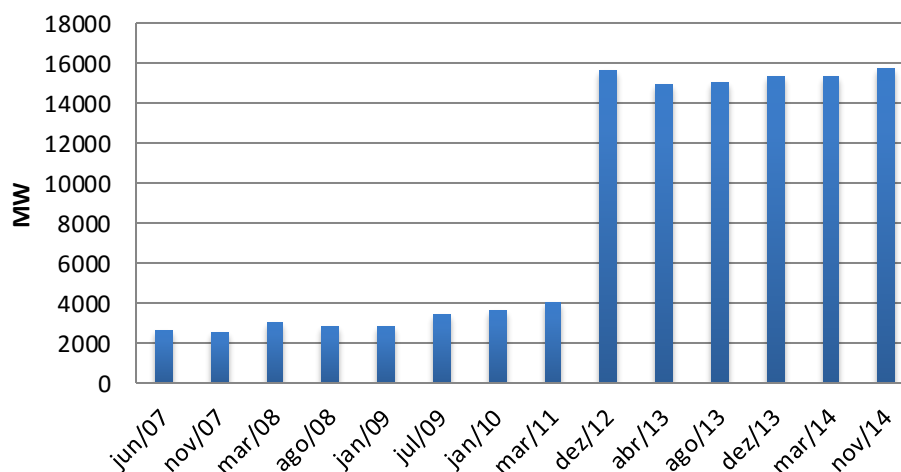


Figura 2: Capacidade instalada (MW) das atividades de projeto no âmbito do MDL.
Fonte: (MCTI, 2014a).

O último relatório da CIMCG aponta que a capacidade instalada total das atividades de projetos registrados no MDL pela própria comissão era de 15.722 MW. Essa capacidade era liderada pelas hidrelétricas, responsáveis por 63% do total (9.933 MW), seguido pelas usinas eólicas com 26% (4.046 MW), biomassa energética com 8% (1.227 MW) e gás de aterro com 252 MW. Outras atividades de projeto representavam 2% com 264 MW (CIMCG, 2012).

Em relação à quantidade de RCEs emitidas até o final do ano de 2014, o Brasil ocupava a 4ª posição mundial com um total de 98.544.360 RCEs emitidas. Desse montante 11% provinham de hidroelétricas, 7% de biomassa energética e 4% do biogás (Tabela 3).

Tabela 3: RCEs emitidas no Brasil e percentual responsável pelo setor energético de acordo com a UNFCCC.

Ano	RCEs		
	Total	Setor de Energia	%
2004	-	-	-
2005	-	-	-
2006	-	-	-
2007	16.034.133	5.681.620	35
2008	12.293.106	2.549.145	21
2009	8.937.963	1.620.366	18
2010	8.781.962	911.621	10
2011	14.592.555	2.253.427	15
2012	17.616.731	2.484.390	14
2013	12.391.641	2.250.724	18
2014	7.896.269	844.170	11
Total	98.544.360	18.595.463	19

Fonte: Autores (2015).

Apesar de o setor energético ser o que possui o maior número de projetos, o setor que mais emite RCEs é o de decomposição de N_2O , que hoje representa 49% das RCEs emitidas (MCTI, 2014b). Historicamente, o setor energético corresponde a apenas 19% do total de RCEs emitidas.

3.2 Situação do VCS no Brasil

No âmbito do VCS, existem 1.262 projetos registrados mundialmente. O Brasil conta com um total de 84. O estado de São Paulo lidera em número de projetos com um total de 16, seguido por Minas Gerais com 11 e o Pará com 8. A região sudeste é a que possui maior número de projetos registrados, com 38% do total brasileiro, seguido pela região Norte (25%), Centro-Oeste e Nordeste (ambos com 13,1%) e Sul (10,7%) (Figura 3).

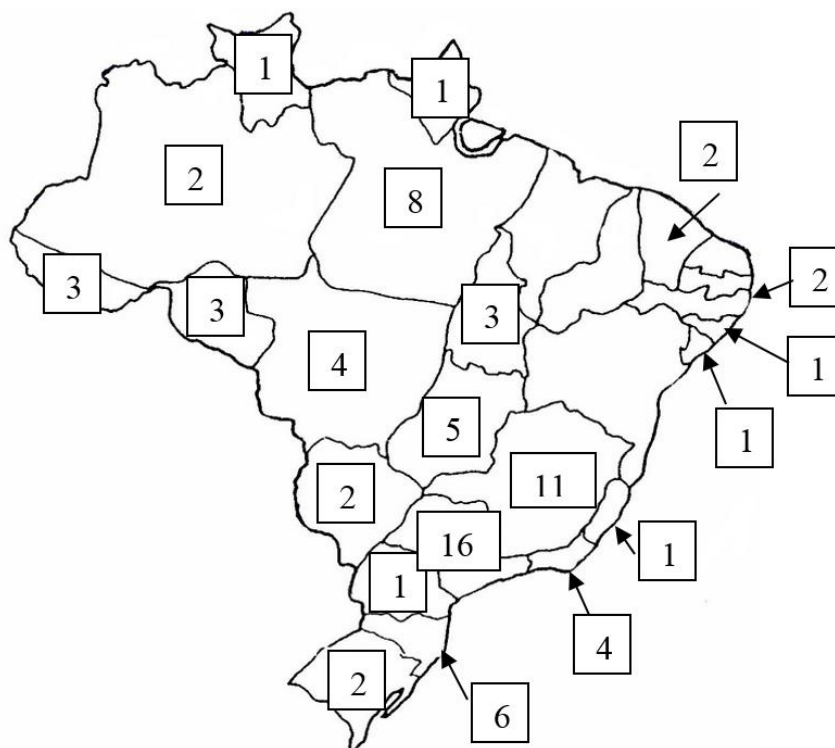


Figura 3: Número de projetos no âmbito do VCS no Brasil até o final do ano 2014.

Fonte: Autores (2015).

No setor de energia renovável e não renovável dos 54 projetos, 40 são indústrias de cerâmica que pretendem trocar o combustível fóssil utilizado no processo por algum combustível renovável ou menos poluente, geralmente é feita a troca de óleo combustível por resíduos de biomassa ou a troca da utilização de biomassa nativa por biomassa de resíduos florestais, representando 74% dos projetos enquadrados no setor de energia do VCS. Além das 40 indústrias de cerâmica registradas, ainda há 12 hidrelétricas e 2 usinas de biomassa energética (Figura 4).

Segundo Paiva e Andrade (2014), os projetos de cerâmica incluídos no âmbito do mercado voluntário no país não estimularam a transferência de tecnologias (de equipamentos e/ou conhecimento). A tecnologia utilizada nestes projetos é desenvolvida no país e adaptada conforme a biomassa utilizada. Segundo os autores, a baixa complexidade das tecnologias facilita a adesão de

novos projetos no mercado de carbono, onde a principal motivação para o investimento é o retorno financeira, porém, esse interesse financeiro levou à implementação de tecnologias mais limpas nesta atividade, ajudando a redução do desmatamento de florestas nativas e na emissão de GEE.

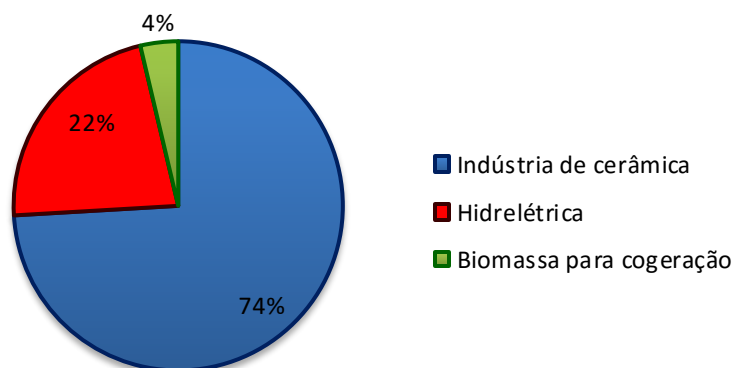


Figura 4: Representação percentual dos projetos enquadrados no setor de energia (renovável/não renovável) no âmbito do VCS.

Fonte: Autores (2015).

Quanto aos VCUs, dos 1.262 projetos mundiais registrados, já foram emitidas 167.247.294 VCUs, que representam 4% do total mundial de VCUs emitidos. Os VCUs emitidos pelo setor de Energia renovável e não renovável são em média 86% do total, enquanto que as RCEs representaram para apenas 19%. Entre o ano de 2004 e 2014 foram emitidas no setor de energia 6.176.424 VCUs (Tabela 4).

Tabela 4: VCUs emitidas no Brasil entre 2004 e 2014 e percentual responsável pelo setor energético.

Ano	VCUs		
	Total	Setor de Energia	%
2004	385	385	100
2005	385	385	100
2006	413.356	413.356	100
2007	684.936	632.591	92
2008	1.097.990	1.097.985	100
2009	1.399.501	865.201	62
2010	1.892.039	1.733.512	92
2011	773.389	683.424	88
2012	605.101	487.437	81
2013	278.351	216.530	78
2014	45.618	45.618	100
Total	7.191.051	6.176.424	86

Fonte: Autores (2015).

O setor de Energias Renováveis e Não Renováveis é responsável pelo maior número de projetos, representando 64% do total, e conseqüentemente é o setor onde há uma maior redução de emissões anuais estimadas (59% das emissões). Segundo Souza e Andrade (2014) o número de

projetos no mercado de carbono voluntário no Brasil é tímido, porém destacam que esse mecanismo constitui-se de um instrumento econômico de grande importância para o alcance das metas nacionais de redução de GEE.

3.3 Contribuição de projetos energéticos de MDL e VCS para cumprimento da Lei nº 12.187/2009

No ano de 2013, 46,4% da energia interna disponível no país foi proveniente de fontes renováveis, sendo que na geração de energia elétrica esse percentual alcançou 76,7%. Já no ano de 2014, o percentual de energias renováveis na matriz energética brasileira caiu para 43,54%, enquanto na geração elétrica o percentual caiu para 73,1%, resultado do grande período de estiagem que o país enfrentou no ano de 2014, fazendo com que várias termelétricas fossem acionadas e ocasionando um acréscimo nas emissões geradas (BEN, 2015).

Dados de MCTI (2014a) apontam que em 1990 as emissões no setor foram de 187,7 TgCO_{2eq}, que correspondeu a 14% do total de emissões lançadas naquele ano. Já em 2012 esse valor foi contabilizado em 446,1 TgCO_{2eq}, equivalente a 37% do total de emissões, mesmo percentual encontrado para a agropecuária, representando assim o maior crescimento por setores no Brasil (Figura 5).

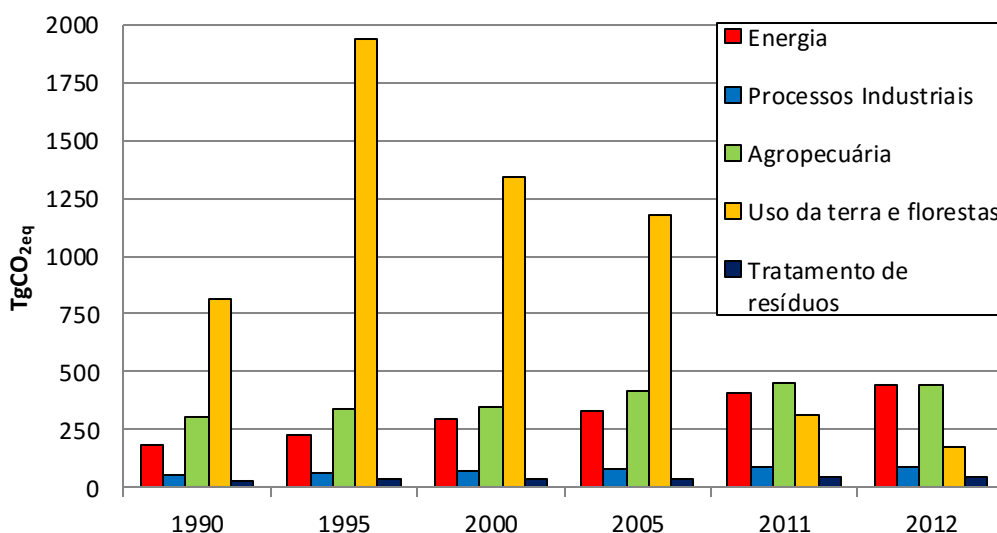


Figura 5: Emissões em termos de setores no Brasil a partir de dados de MCTI (2014a).
Fonte: Autores (2015).

Esse crescimento não se deve apenas ao acionamento das termelétricas no país, mas sim do grande crescimento do setor graças a crescente demanda por energia elétrica no país. Desde o ano de 1990 o aumento das emissões no setor energético foi de em média 4% a.a. tendo um decréscimo de 4,3% entre o ano de 2008 e 2009. Isso ocorreu principalmente pela crise mundial ocorrida no ano de 2008 que fez com que houvesse uma desaceleração na economia e consequentemente um menor consumo de energia, reduzindo a emissão pelo setor.

No período estudado, o principal gás de efeito estufa lançado na atmosfera pelo setor de energia é o gás carbônico, sendo responsável por 431.485.000 tCO_{2eq} (97%) emitidas em 2012, enquanto o CH₄ teve uma participação de 2% (9.942.660 tCO_{2eq}) e o N₂O apenas 1% (4.727.500 tCO_{2eq}).

A fim de minimizar os efeitos causados pela emissão de GEE pelo setor energético brasileiro, no ano de 2009 foi instituída a Política Nacional sobre a Mudança do Clima (PNMC) através da Lei nº 12.187/2009, que prevê a redução voluntária dessas emissões entre 36,1% e 38,9% em relação às emissões projetadas para o ano de 2020, estimada previamente em 3.236 milhões de tCO_{2eq}. Através do Decreto nº 7.390/2010 que regulamenta o PNMC a redução corresponderá a um total entre 1.168 e 1.259 milhões de toneladas de CO_{2eq}. O setor de energia teve uma estimativa de emissão para o ano de 2012 de 446 TgCO_{2eq}, enquanto a projeção *Business as usual* para o ano de 2020 chegava a 868 TgCO_{2eq}. Por meio do Decreto nº 7.390/2010 o limite de emissões para o ano de 2020 deverá ser de 634 TgCO_{2eq}, ou seja, o compromisso de redução para este setor é de 234 TgCO_{2eq}, equivalentes a 27% nesse período (MCTI, 2009a).

MCTI (2014a) aponta que diversos setores da economia nacional tiveram uma redução em termos de consumo de energia no ano de 2009, gerada pela crise internacional, principalmente os setores de ferro-gusa e aço e o setor de energia. A indústria química, por sua vez, teve reduções significativas, já que, a partir da implantação de atividades de projeto no âmbito do MDL, as indústrias de ácido adípico e ácido nítrico tiveram uma diminuição de emissões. No período de 2005 a 2011 o uso de SF₆ teve uma queda expressiva, já que projetos de MDL se propuseram substituir a utilização de SF₆ por SO₂. As emissões gerais originadas pela disposição de resíduos sólidos também apresentaram declínio pela inclusão de projetos de MDL.

De acordo com MCTI (2014a), no âmbito do MDL, contabilizando apenas o primeiro período de obtenção de créditos de carbono, as usinas hidroelétricas reduziram 137.088.500 tCO_{2eq}, enquanto as eólicas reduziram 40.861.823 tCO_{2eq}. Por sua vez, usinas de biomassa energética deixaram de emitir 16.091.394 tCO_{2eq}, ao passo que a utilização de biogás reduziu 24.861.823 tCO_{2eq} e o uso da energia solar fotovoltaica mitigou 6.594 tCO_{2eq}. Isso equivale a um total reduzido pelo setor energético de 218.910.134 tCO_{2eq}.

No país, as indústrias de cerâmica incluídas no VCS são responsáveis por uma redução de emissão anual de 895.130 tCO_{2eq}. Ademais, existem 12 hidrelétricas registradas no VCS e duas usinas de biomassa energética, que representam respectivamente 1.993.684 tCO_{2eq} e 97.134 tCO_{2eq} de redução de emissões anuais. Para estas, registradas até o final do ano de 2014, é estimada uma redução total de 106.872.400 tCO_{2eq} até o final dos seus períodos de vigência dos projetos. Destas emissões evitadas totais, 16.353.182 tCO_{2eq} é correspondente às hidrelétricas, 1.006.248 tCO_{2eq} às usinas de biomassa como fonte energética e 89.512.970 tCO_{2eq} às usinas de cerâmica (Tabela 5).

Tabela 5: Situação atual e reduções de emissões anuais estimadas no Brasil e no mundo pelos projetos VCS.

	Brasil		Mundo	
	Nº de projetos	Reduções de emissões anuais estimadas	Nº de projetos	Reduções de emissões anuais estimadas
Florestas, agricultura e outros usos da terra	12	3.005.890	104	35.920.948
Energia (renovável/não renovável)	54	2.985.948	935	99.024.115
Manipulação e descarte de dejetos	12	466.434	93	6.820.954
Pecuária e manejo de esterco	5	232.887	10	269.586
Transporte	1	456	9	1.523.548
Distribuição de energia	-	-	6	210.742
Demanda de energia	-	-	22	3.512.941
Indústrias de transformação	-	-	24	2.170.952
Indústrias químicas	-	-	4	1.496.774
Mineração/produção mineral	-	-	34	3.764.888
Produção de metal	-	-	1	127.319
Fuga de emissões de combustíveis	-	-	16	2.037.121
Fuga de emissões de gases industriais	-	-	4	10.367.406
TOTAL	84	6.691.615	1262	167.247.294

Fonte: Autores com base em VCS (2015)

Por meio da extrapolação feita com valores de emissões disponibilizados por MCTI (2009a), dos anos 1990, 1995, 2000 e 2005, foi traçada uma linha de tendência do tipo exponencial, na qual foi gerada uma equação, apresentado a seguir (Figura 6).

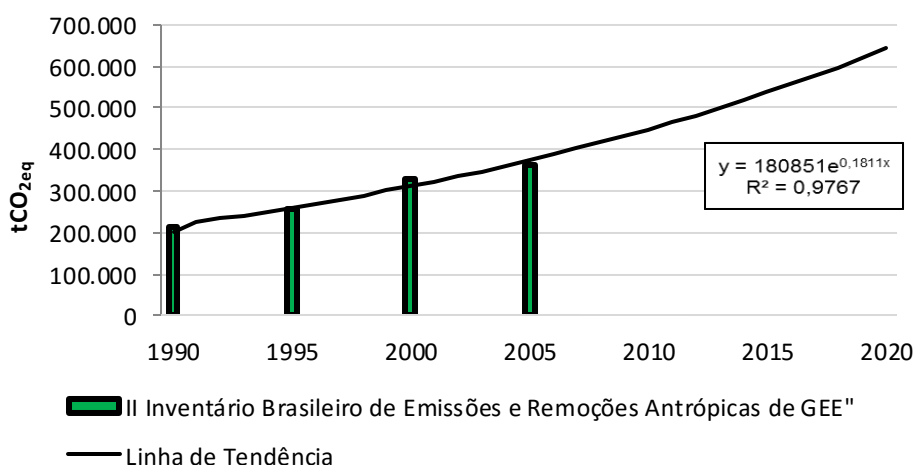


Figura 6: Estimativa das emissões brasileiras de GEE no setor de energia por meio de trajetória exponencial.
Fonte: Autores (2015).

A partir da equação gerada da linha de tendência gerada, foram estimados os valores de emissões pelo setor energético brasileiro entre 2005 e 2020, essas estimativas anuais foram então

somadas e apresentadas ao final como o total estimado de emissões geradas pelo setor de energia no Brasil, tal como possível observar na Tabela 6.

Tabela 6. Estimativa de emissões ano a ano obtidos a partir da linha tendencial traçada.

Ano	Estimativa de emissões (em tCO _{2eq})
2004	359.909.816
2005	373.184.706
2006	386.949.227
2007	401.221.437
2008	416.020.063
2009	431.364.520
2010	447.274.942
2011	463.772.202
2012	480.877.946
2013	498.614.618
2014	517.005.487
2015	536.074.684
2016	555.847.229
2017	576.349.062
2018	597.607.084
2019	619.649.185
2020	642.504.286
Total	8.304.226.495

Fonte: Autores (2015)

Com base na Tabela 6 é possível verificar que a soma total estimada dos gases emitidos entre os anos de 2004 e 2020 para o setor energético brasileiro será de cerca 8,3 bilhões de tCO_{2eq}. O ano de 2004 é tomado aqui como ano inicial, pois é quando foi iniciada a implantação e a emissão de créditos de carbono tanto nos projetos enquadrados no MDL quanto nos enquadrados pelo VCS.

Dos projetos no setor energético, tanto de MDL quanto de VCS registrados até o final de 2014 (ano base deste estudo), tem-se que o total de emissões evitadas até o fim do período de vigência destes será de 325.782.534 tCO_{2eq} evitadas, que significa, portanto, 4% dos 8,3 bilhões de tCO_{2eq} estimados que serão emitidos pelo setor energético para o período. A parcela correspondente é baixa, porém, em um cenário onde toda e qualquer redução de emissão é bem vinda, apesar de baixa, a quantia irá contribuir com o cumprimento da Lei nº 12.187/2009.

Vale ressaltar que o PNMC tem como objetivos a redução das emissões de GEE no setor energético sem sacrificar o desenvolvimento econômico, e para isso conta com suas principais estratégias a substituição de combustíveis fósseis por energias renováveis (biomassa, solar, eólica e hidroeletricidade) e eficiência energética nas formas já existentes de energia. Essas estratégias vão diretamente de encontro com os benefícios gerados pelos projetos de MDL e VCS no país, proporcionando um cenário muito favorável, já que, teoricamente, esses mecanismos possuem apoio governamental.

Ao passo que o governo tenta por um lado estimular o setor e a criação de novos projetos de crédito de carbono, Dos Reis Júnior (2015) cita que por outro lado o mercado de créditos de carbono encontra-se desacelerado, em função das crises econômicas que rondam o cenário mundial, porém, menciona em seu estudo que grande parte dos investidores entrevistados por ele, apontam questões de posicionamento ambiental, marketing e oportunidade de negócios internacionais como os principais impulsionadores da implantação do mecanismo em suas fábricas e usinas, sendo que a questão de um fluxo de caixa adicional não está necessariamente entre os principais objetivos.

Assim, de um lado o país necessita de novos projetos de crédito de carbono, para assim também auxiliar com a diversificação da matriz energética brasileira, o que ocasionaria num ganho de emissões evitadas e na contribuição para o cumprimento da Lei nº 12.187/2009. De outro lado a crise econômica leva à desaceleração deste mercado. A constatação deste trabalho deixa claro que ainda é baixa a contribuição dos projetos de MDL e VCS englobados pelo setor energético na mitigação de gases de efeito estufa do próprio setor de Energia, porém, em contradição a isso o potencial de inserção de novos projetos nesse setor é imenso, gerando benefícios ambientais, econômicos, sociais e que condizem com os objetivos governamentais atuais.

4. CONCLUSÃO

Energias renováveis são fundamentais para uma melhor segurança energética de um país, já que diversificam sua matriz energética. No domínio do VCS e do MDL é observado que projetos que visam o aproveitamento de energias renováveis são a maioria, onde foi verificado que grande parte é composta de usinas hidráulicas. Já no VCS há uma predominância dos projetos de fábricas de cerâmica que trocaram o combustível utilizado por um menos emissor, geralmente biomassa reaproveitada de outros processos.

É possível notar, tanto em projetos de MDL quanto em projetos VCS a quase inexistência de projetos que busquem utilizar energia solar como fonte energética. Este cenário não está contido apenas em projetos de geração de créditos de carbono. A utilização de energia solar no Brasil ainda é associada a altos custos, porém, é previsto uma reversão deste cenário, já que há uma tendência da popularização dessa tecnologia.

A burocracia enfrentada por investidores que pretendem utilizar do MDL é um dos principais empecilhos que tornam o mecanismo visto como complexo por muitos, e assim, diminuindo o interesse de implantação deste. Porém, reuniões recentes apontam que as regras do MDL serão alteradas, visando racionalizar e simplificar o mecanismo, aumentando a flexibilidade e reduzindo os custos. Assim, é previsto que a partir do ano de 2016, os interessados em aderir ao mecanismo terão uma entrada “mais facilitada”, porém, com a mesma confiabilidade de contabilidade de emissões anteriores realizadas.

Projetos MDL e VCS não irão, por si só, resolver os problemas das elevadas taxas de emissões de GEE no planeta. Como visto, projetos no setor energético de MDL e VCS terão uma contribuição estipulada na redução de 4% do total de emissões que seriam lançadas a partir do setor energético brasileiro. Apesar de ser uma parte pequena, é considerável, já que auxilia a encontrar o objetivo

previsto em lei de redução de emissões. Portanto, o país deve adotar outros mecanismos a fim de ganhos financeiros, ambientais e tecnológicos, tais como a geração descentralizada de energia a partir de fontes renováveis, *smart grids* e eficiência energética. Desta forma será possível um horizonte com emissões de GEE controladas e impactos ambientais minimizados.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABRAMOVAY, R. Inovações para que se democratize o acesso à energia, sem ampliar as emissões. *Ambiente e Sociedade*. São Paulo, v. 17, n. 3, set. 2014. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2014000300002&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 13 abr.2015.
2. BEN. Balanço Energético Nacional. 2015. Disponível em: <www.ben.epe.gov.br>. Acesso em 09 jul. 2015.
3. CAMIOTO, F. D.; REBELATTO, D. A. Análise da contribuição ambiental por meio da alteração da matriz energética do setor brasileiro de ferro-gusa e aço. *Gestão e Produção*, 4, pp. 732-744 (2014).
4. CIMGC. Relatório Anual de Atividades. Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima (2012). Disponível em <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0229/229527.pdf>. Acesso em 26 fev. 2015.
5. DOS REIS JUNIOR, José Affonso *et al.* Análise da Potencialidade de Benefícios pelos Projetos MDL. *Revista Brasileira de Gestão de Negócios*, v. 17, n. 56, p. 1149-1165, 2015.
6. FUNCHAL, M. Geração de Bioenergia no Brasil – Panorama Atual e Perspectivas. (2015). Disponível em: <http://www.consufor.com/blog/uploads/Artigos/Consufor_Bioenergia_2015.pdf?>. Acesso em 13 abr. 2015.
7. GRAZIANO, X. Etanol - beco sem saída, 21 janeiro 2014. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/noticias/impresso,etanol-beco-sem-saida,1120918,0.htm>>. Acesso em 11 fev. 2014.
8. GRUBB, M. *et al.* Global carbon mechanisms: lessons and implications. *Climatic Change*, v. 104, n. 3-4, p. 539-573, 2011.
9. IPCC. Segundo Relatório de avaliação. Fonte: Intergovernmental Panel on Climate Change (1995): <<https://www.ipcc.ch/pdf/climate-changes-1995/ipcc-2nd-assessment/2nd-assessment-en.pdf>>. Acesso: 23 fev. 2015.
10. IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change (2015). Disponível em <http://www.ipcc.ch/>. Acesso em 23 fev. 2015.
11. MCTI. Ministério da Ciência e Tecnologia: Inventário brasileiro das emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa, 2009a. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0207/207624.pdf>. Acesso em 23 fev. 2015.
12. MCTI. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Mudanças Climáticas - Guia de Orientação: O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, 2009b. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0205/205947.pdf>. Acesso em mar. 2015.
13. MCTI. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação: Estimativas anuais de emissões de gases de

- efeito estufa- 2ª edição, 2014a. Disponível em <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0235/235580.pdf>. Acesso em 26 fev. 2015.
14. MCTI. Ministério da Ciência e Tecnologia e Inovação: Status do MDL no Brasil, 2014b. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/30317.html>>. Acesso em mar. 2015.
 15. PAIVA, D. S.; ANDRADE, J. C. S. (2014). Transferência de Tecnologia Ambiental no Mercado Voluntário de Carbono: Análise de Projetos Brasileiros do Setor de Cerâmica. *Sistemas & Gestão*, 9(3), 370-378.
 16. PAIVA, D. S. et al. Mercado Voluntário de Carbono: Análises de Cobenefícios de Projetos Brasileiros. *Revista de Administração Contemporânea-RAC*, v. 19, n. 1, 2014.
 17. SANTOS, F. A. A segurança energética brasileira e as relações bilaterais: Um cenário de instabilidade e desconfiança. Anais ABED-PB (2012). Disponível em: <<http://abedpb.org/anais/index.php/2012/article/view/4/5>>. Acesso em mar. 2015.
 18. SILVA JÚNIOR, A. C. et al. Políticas Públicas, Tecnologias Limpas e Sustentabilidade: MDL em parques eólicos no Brasil. REUNA, v. 16, n. 2, 2011.
 19. SILVA, Derley Júnior Miranda; SILVA, Marli Auxiliadora. O uso de Mecanismos De Desenvolvimento Limpo (MDL) no setor sucroalcooleiro: análise dos impactos na redução dos níveis de gases efeito estufa (GEES). *Horizonte Científico*, v. 9, n. 1, 2015.
 20. SOUZA, A. L.; ANDRADE, J. C.; Análise do mercado de carbono voluntário no Brasil: um estudo sobre o perfil dos projetos de redução de emissão de gases de efeito estufa (GEE). *Revista Metropolitana de Sustentabilidade*, v. 4, n. 1, p. 52-75, 2014.
 21. UNFCCC. United Nations Framework Convention on Climate Change (2015), Clean Development Mechanism (CDM): Disponível em <<http://cdm.unfccc.int/>>. Acesso em mar. 2015.
 22. UNFCCC. Rule changes to make Kyoto Protocol's Clean Development Mechanism more efficient and attractive to project developers. Disponível em < https://cdm.unfccc.int/press/newsroom/latestnews/releases/2015/1610_index.html>. Acesso em jan. 2016.
 23. VCS. Verified Carbon Standard (2015). Disponível em <<http://www.v-c-s.org/>>. Acesso em mar. 2015.
 24. WATTS, D; ALBORNOZ, C; WATSON, A; Clean Development Mechanism (CDM) after the first commitment period: Assessment of the world's portfolio and the role of Latin America, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 41, January 2015, Pages 1176-1189, ISSN 1364-0321, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.146>.
 25. WINKELMAN, A. G.; MOORE, M. R.; Explaining the differential distribution of Clean Development Mechanism projects across host countries. *Energy Policy*, v. 39, n. 3, p. 1132-1143, 2011.