

O futuro das energias renováveis e os acordos ambientais como mitigação da mudança climática e a possibilidade de compensação por emissões evitadas

The future of renewable energy and environmental agreements as mitigation of climate change and the possibility of compensation for avoided emissions

El futuro de las energías renovables y los acuerdos ambientales como mitigación del cambio climático y posibilidad de compensación por emisiones evitadas

Recebido: 08/10/2021 | Revisado: 17/10/2021 | Aceito: 22/10/2021 | Publicado: 25/10/2021

Michael Raphael Soares Vieira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1436-8936>
Universidade Federal do Amazonas, Brasil
E-mail: michael.soares.vieira@gmail.com

Arlindo Almeida De Lima Filho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0754-0723>
Instituto de Pós-graduação e Graduação, Brasil
E-mail: arlindo.almeida.filho@gmail.com

Aixa Braga Lopes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4680-6814>
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Brasil
E-mail: lopesaixa@gmail.com

Eneida Guerra Silvestrim

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8392-1486>
Universidade Federal do Amazonas, Brasil
E-mail: egsilvestrim@gmail.com

Fernanda Guerra Silvestrim

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7571-9795>
Faculdade Estácio do Amazonas, Brasil
E-mail: ca.ecologica@gmail.com

Resumo

A evolução dos costumes, da necessidade humana e dos meios de produção contemporâneos necessitam de uma enorme quantidade de energia, tal modelo de produção aplicado pela sociedade acarreta em um ritmo acelerado na extração de recursos naturais, as energias renováveis surgem como uma mitigação de impactos ao clima e ao meio ambiente, para que ocorra uma substituição de fontes de energias não renováveis ocorra para fontes de energias renováveis buscando a mitigação de emissão de gases de efeito estufa - GEE, projetos como o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) são necessários, possibilitando a comercialização de carbono, ajudando assim países em desenvolvimento em um caminho para o desenvolvimento sustentável e utilizando energias de fontes renováveis como ferramenta para redução de emissões, o objetivo geral do trabalho foi avaliar o uso de energias renováveis como ferramenta de serviços ambientais visando a mitigação de mudança climática. A metodologia consistiu a partir de informações obtida de documentos e relatórios, dos sites oficiais da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), Centro de Energia, Clima e Desenvolvimento Sustentável (UNEP DTU Partnership – CDM pipeline) e da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), nos resultados identificamos uma grande diferença entre os projetos em operação quando relacionados com os registros no MDL, e teve apenas dois picos de registros de projetos sendo em 2006 e 2012, a falta de registros dos projetos brasileiros pode se dar devido à sua complexidade, burocracia, ou por incerteza de sua continuidade dado um futuro incerto.

Palavras-chave: MDL; GEE; Carbono; Acordo de Paris.

Abstract

The evolution of customs, human need and contemporary means of production require an enormous amount of energy, such a production model applied by society leads to an accelerated pace in the extraction of natural resources, renewable energies appear as a mitigation of impacts on the environment. climate and the environment, for a substitution of non-renewable energy sources to occur for renewable energy sources seeking to mitigate the emission of greenhouse gases - GHG, projects such as the Clean Development Mechanism (CDM) are necessary, enabling the commercialization of carbon, thus helping developing countries on a path towards sustainable development and using energy from renewable sources as a tool to reduce emissions, the general objective of the work was to evaluate the use of renewable energy as a tool for environmental services aiming at mitigation of climate change. The methodology

consisted of information obtained from documents and reports, from the official websites of the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), Center for Energy, Climate and Sustainable Development (UNEP DTU Partnership - CDM pipeline) and the National Agency of Electricity (ANEEL), in the results we identified a great difference between the projects in operation when related to the registrations in the CDM, and there were only two peaks of registrations of projects being in 2006 and 2012, the lack of registrations of the Brazilian projects can be give due to its complexity, bureaucracy, or uncertainty of its continuity given an uncertain future.

Keywords: CDM; GHG; Carbon; Paris Agreement.

Resumen

La evolución de las costumbres, las necesidades humanas y los medios de producción contemporáneos requieren una enorme cantidad de energía, tal modelo de producción aplicado por la sociedad conduce a un ritmo acelerado en la extracción de recursos naturales, las energías renovables surgen como una mitigación de los impactos sobre el clima y el medio ambiente. medio ambiente, para que ocurra un reemplazo de fuentes de energía no renovables por fuentes de energía renovable que buscan mitigar la emisión de gases de efecto invernadero - GEI, proyectos como el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) son necesarios, permitiendo el comercio de carbono, ayudando así a los países en desarrollo a un camino hacia el desarrollo sostenible y el uso de energía de fuentes renovables como herramienta para la reducción de emisiones, el objetivo general del trabajo fue evaluar el uso de energías renovables como herramienta de servicios ambientales orientados a la mitigación del cambio climático. La metodología consistió en información obtenida de documentos e informes, los sitios web oficiales de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), el Centro de Energía, Clima y Desarrollo Sostenible (UNEP DTU Partnership - CDM pipeline) y la Agencia Nacional de Energía Eléctrica. Energía (ANEEL), en los resultados identificamos una gran diferencia entre los proyectos en operación en relación con los registros en el MDL, y solo hubo dos picos de registros de proyectos siendo en 2006 y 2012, la falta de registros de proyectos brasileños. puede darse por su complejidad, burocracia o la incertidumbre de su continuidad ante un futuro incierto.

Palabras clave: CDM; GEI; Carbón; Acuerdo de Paris.

1. Introdução

A discussão da temática sobre as mudanças climáticas, contribui de forma crescente para o interesse pelo mercado de serviços ambientais, este conceito culminou na criação de um mercado onde estabelece a favor da mitigação de emissões de carbono e outros gases de efeito estufa – GEE (Couto Pereira, 2010), nestes modelos de mercado foram inseridos mesmo que de forma forçada, é apresentado os serviços ecossistêmicos, que avança em uma abordagem de economia ecológica e com esse objetivo contribui para favorecimento de uma variedade de mecanismos para atingir tais objetivos (Farley & Costanza, 2010).

Devido as grandes proporções dos últimos relatórios globais de mudanças climáticas, elaborado pela UNFCCC, onde busca explanar que não há mais tempo a perder para o combate contra o aquecimento global, pauta esta que proporciona uma segurança e garantia de preservação ambiental, visando o desenvolvimento sustentável para as atuais e futuras gerações (Barbado & Leal, 2021).

Em virtude da proporção global das alterações climáticas, a comunidade internacional, por intermédio da UNFCCC, busca o enfrentamento do aquecimento global, colocando em pauta a garantia da preservação ambiental para as presentes e futuras gerações.

Os pagamentos por serviços ambientais (PSA), tem cativado cada vez mais inclinação, onde traduz os valores ambientais que não possuem interesse comercial, passando a ter um interesse financeiro real, dando incentivos aos atores que forneçam tais serviços que sua vez podem aderir a participação (Wunder, et al., 2021; Galvin, et al., 2010; Engel, et al., 2008). Os serviços ambientais atuam como incentivos, visando a conservação da natureza e seus recursos que junto com a ação humana se tornam escassos (Dos Santos & Silvano, 2016).

Devido a evolução dos costumes e da necessidades humana, através dos meios de produção contemporâneos, faz-se necessário o uso de uma enorme quantidade de energia, estando diretamente ligado em virtude da globalização, preocupando-se cada vez mais com o meio ambiente e com o processo de exploração dos recursos já considerados finitos, tem como exemplo os combustíveis fósseis, cada vez mais usado e com elevada complexidade em sua captação, como solução surgem as tecnologias de fontes renováveis, estando assim relacionadas as regulações ambientais internacionais.

O modelo de produção e o consumo aplicado pela sociedade nos dias de hoje necessita de um ritmo acelerado na extração de recursos naturais, tendo em vista as demandas de atendimento da sociedade, acelerando assim a degradação ao meio ambiente, tal modelo é bastante criticado, devido as altas emissões e degradações ambientais com a queima de combustíveis fósseis, a mudança para matrizes energéticas consideradas mais limpas é o melhor caminho para um desenvolvimento com menos impactos ambientais sociais e econômicos (Leff, 2011).

Com o passar dos anos os países disputam para que ocorra um desenvolvimento tecnológico, visando o atendimento da demanda de suprimentos energéticos cada vez mais elevados, colaborando com a redução de emissões de Gases de Efeitos Estufa (GEE) (Azevedo, 2020). É necessário reverter a tendência dos últimos 150 anos da matriz energética global, período esse de revolução industrial e ampliação constante no consumo e combustíveis fósseis (Sica, et al., 2009).

A demanda cresce de forma mais acelerada frente a evolução tecnológica, para o cumprimento muitos locais passaram a exercer de forma emergencial a operação de termelétricas que possuem em grande maioria como fonte de energia combustíveis fósseis na geração de eletricidade, elevando a emissão de GEEE (Rodrigues, et al., 2020).

Para que essa substituição de fontes de energias não renováveis ocorra para fontes de energias renováveis, cada país deve criar estruturas políticas para a energia e o clima sobre o seu itinerário econômico (Assad, et al., 2019; Chrispim, et al., 2019). Diante disso este trabalho tem como objetivo geral, avaliar o uso de energias renováveis como ferramenta de serviços ambientais visando a mitigação de mudança climática.

1.1 Protocolo de Quioto

Em 1992 a quase 30 anos atrás foi criado a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), sendo adotado por 192 países, incluindo os países da União Europeia (UE) (Kuyper, et al., 2018), apesar da mudança climática afetar toda a humanidade, ocorre uma divergência entre os países desenvolvidos e os países em desenvolvimento, na formulação de medidas para reduções do impacto ambientais nas mudanças climáticas, dificultando assim na integração entre mitigação e adaptação as oportunidades (Chandra, et al., 2016).

Surge então, no decorrer da COP 3 - Terceira Conferência das Partes da convenção do clima, o denominado Protocolo de Kyoto (PK) no ano de 1997, se consolidando em 2005, visando a redução de emissão de carbono, e tendo o seu primeiro período de compromisso dos países comprometidos entre 2008 e 2012, como foi o pioneiro foi considerado ambicioso, gerando em si sentimentos duvidosos (Lazaro, et al., 2017).

Em 2012, na Décima Oitava Conferência das Partes (COP18), ocorrido em Doha, Qatar, os países participantes concordaram com a “Emenda de Doha para o Protocolo de Kyoto”, acatando um novo período para o compromisso, prolongando até 2020 (Agreement, 2015).

1.2 MDL – Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), foi criado no período de negociações do Protocolo de Kyoto, visando a criação de estratégias de desenvolvimento sustentável por meio de comercialização de carbono dos projetos de MDL, ajudando os países em desenvolvimento para um caminho mais sustentáveis e contribuindo com os países desenvolvidos ao cumprimento de suas metas (Góes, et al., 2018; Kirkman, et al., 2012).

Os Países foram divididos em dois grupos, sendo os países desenvolvidos que participavam da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD), países da Europa Central e Leste inseridos no Anexo I, em seguida os países da América Latina onde firmaram o compromisso, passando a integrar o Não Anexo I (Honkonen, 2009).

Os países da América Latina têm o MDL, como a única ferramenta de participação, e assumiram com muita disposição para os cumprimentos dos compromissos formados no Protocolo, esse entusiasmo se baseou na missão de promover a sustentabilidade reduzindo os GEE, e obtenção de financiamentos para tais projetos (Cepal, et al., 2010).

Contudo, o MDL foi alvo de diversas críticas, onde atribuíam a pouca eficácia para o desenvolvimento sustentável, onde não foi gerado incentivos financeiros suficientes, uma vez que o desenvolvimento sustentável não detém valor financeiro no mercado de carbono, somente emissões certificadas (Fearnside, 2015), embora grandes avanços foram realizados sob as configurações operacionais da UNFCCC, não resultaram em reduções significativas quando comparadas com as emissões globais de GEE (Kuyper, et al., 2018), além disso, tanto os estoques quanto os fluxos de carbono não haviam sido pré determinados, e ainda precisavam ser construídos (Lövbrand, & Stripple, 2011), surgiram então práticas que utilizaram uma série de mecanismos, modelos e bancos de dados, onde convertem o quantitativo de CO₂ em equivalente de CO₂ (CO₂e), obtendo de origem materiais ou de contextos sociais confusos, no processo de transferência entre os atores, o processo fica sujeito a erros e discrepâncias (Ormond, & Goodman., 2015).

Entretanto, existem estudos onde provam as devidas contribuições, sendo significativas para o contexto de desenvolvimento sustentável (Boyd & Schipper, 2002; Kirkman, et al., 2012; He, et al., 2014).

1.3 Acordo de Paris

O acordo de Paris, foi realizado durante a COP 21 – Conferência das Partes, onde possui em um dos seus objetivos principais combater a elevação de temperatura na terra oriundo do aquecimento global, e permite que ocorra um comércio internacional de mitigação na emissão dos GEE, visando melhor controle na contabilização, ou seja, sem margens para contagem dupla (Piris-Cabezas, et al., 2016), o Brasil possui potencial para atingir suas metas de redução, que podem representar um ativo ambiental, levando a um reconhecimento internacional (Bergamaschine, 2017).

Uma das mudanças entre o protocolo de Kyoto e o acordo de Paris, foi que antes o foco estava na mitigação do anexo I que era da linha de base de 1990, no acordo de Paris passou a representar uma visão global, enquadrando todos os países que contribuem para essa mitigação de emissão de GEE (Kuyper, et al., 2018), outra diferença foi a referência em alguns de seus artigos, sobre o desenvolvimento sustentável, onde tem como objetivo uma resposta global para as ameaças das mudanças climáticas, erradicação da pobreza, contribuição para a redução de emissão de GEE, todos promovendo o desenvolvimento sustentável (Agreement, 2015).

Este acordo engloba o mercado de carbono, visando uma expansão gradual de sua cobertura e rigidez referente aos limites totais de emissões, com relação as políticas climáticas que irão ser inseridas, somente os participantes ativos do mercado receberão em intervalos de 5 anos, tal mecanismo de catraca visa principalmente a redução na dependência de combustíveis fósseis (Benites, 2015; Lazaro & Gremaud, 2017).

2. Metodologia

Trata-se de uma pesquisa quali-quantitativa, ou seja, apresenta como entendimento tanto os conhecimentos “teórico e prático dinâmico, um mapa de navegação com uma estrutura orientadora de um processo, continuamente aberto ao questionamento acerca dos pontos chave do problema levantado e possível de ser avaliado sob critério de validade científica” para em seguida aplicar a metodologia descritiva (Ensslin, et al., 2007). Os métodos qualitativo e quantitativo se complementam (Estrela, 2018). O método qualitativo é aplicado com a importância da interpretação do pesquisador sobre o fenômeno estudado (Pereira, et al., 2018).

No entanto, apesar de possuir dados quantitativos, possui uma ênfase descritiva que “visa efetuar a descrição de processos, mecanismos e relacionamentos existentes na realidade do fenômeno estudado, utilizando, para tanto, um conjunto

de categorias ou tipos variados de classificações” (Silva, 2014).

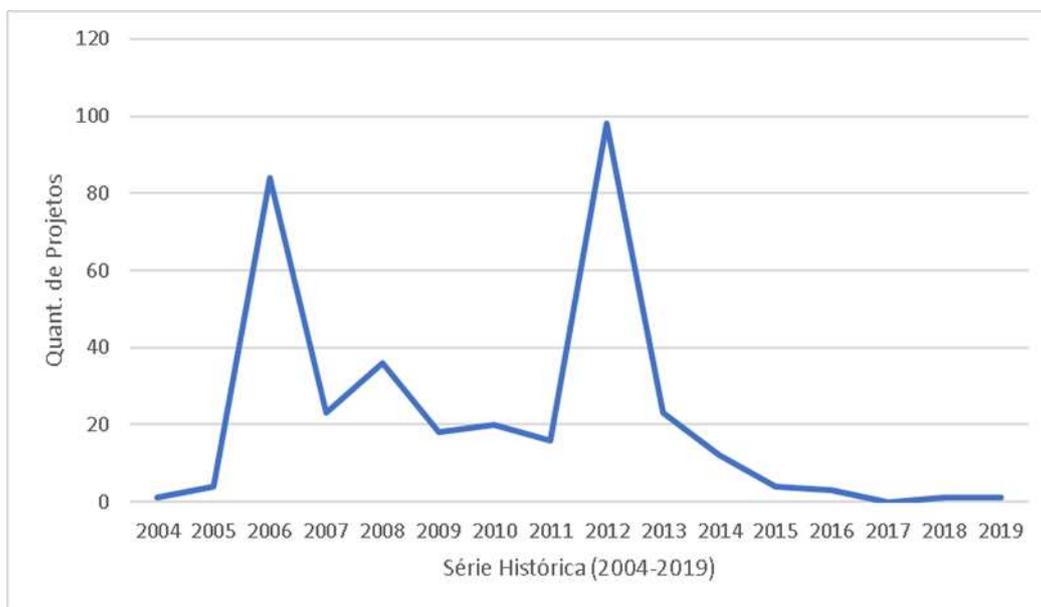
A revisão de literatura apresentada focou no contexto histórico do mercado de carbono, analisando os documentos dos projetos de aprovados do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo MDL, e analisar o acordo de Paris, explanando quais os seus benefícios voltados para o desenvolvimento sustentável.

Para a aquisição das informações foi feita primeiramente em análise de documentos e relatórios, sendo obtidos através dos sites oficiais da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), Centro de Energia, Clima e Desenvolvimento Sustentável (UNEP DTU Partnership – CDM pipeline) e da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Para a análise dos dados foi utilizado o programa de planilha eletrônica Microsoft Excel tratando os dados obtidos e elaborando dos gráficos.

3. Resultados e Discussão

No Brasil quando analisado o quantitativo de projetos registrados e aprovados no MDL conforme a Figura 1, mostra que houveram 2 momentos de picos, em 2006 registrando 84 projetos, logo após dada a partida do MDL, ideia essa originalmente oriunda de uma proposta brasileira, nos anos posteriores observasse uma baixa nos registros podendo estar atrelado a incerteza na prolongação de período do protocolo de Kyoto, em 2012 chegou a ocorrer 98 registros, antes da prorrogação do compromisso até 2020, após isso os registros apresentaram queda exponencial apresentando o último projeto provado no ano de 2019.

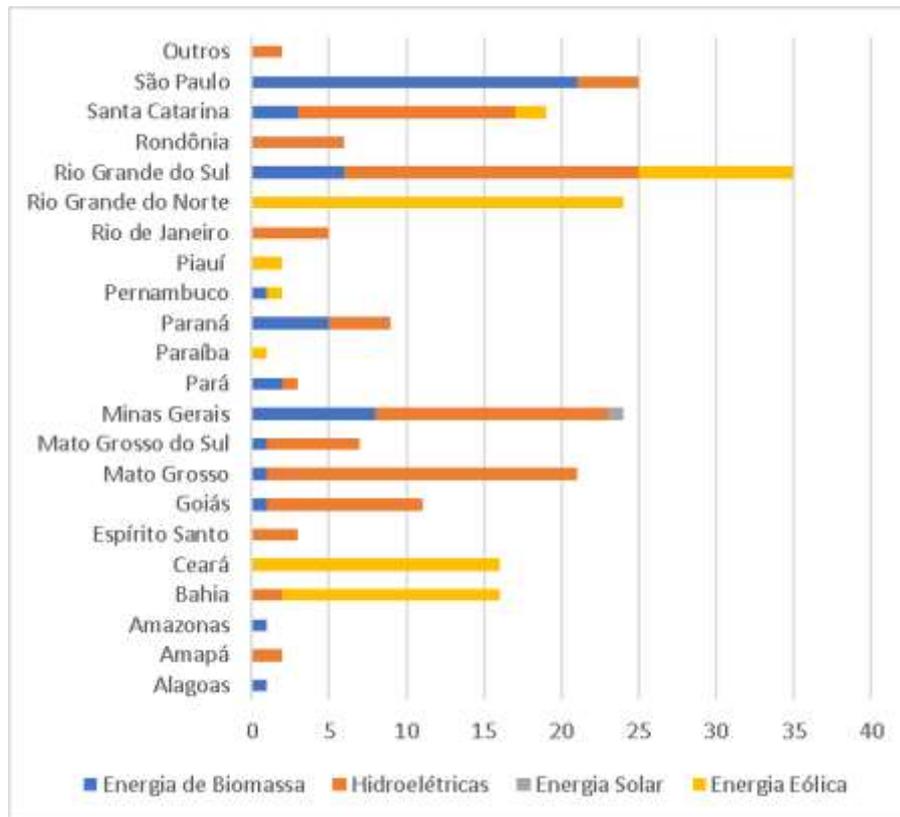
Figura 1: Histórico de projetos brasileiro aprovados no MDL.



Fonte: CDM-UNFCCC (2021).

No entanto, mesmo diante das incertezas, o Brasil apresentou no segundo período do Protocolo de Kyoto, 23 registros aprovados em 2013, seguindo em queda, com 12 projetos aprovados em 2014, e apenas quatro registros em 2015 (Agreement, 2015). Dentre os 334 projetos de MLD brasileiros aprovados, 235 são oriundos de projetos de geração de energia elétrica de fonte renovável, correspondendo a 70,35% dos projetos aprovados, quando analisado por projeto de geração de energia de fontes renováveis por estado brasileiro conforme a Figura 2, pode observar que a região brasileira com maior número de projetos aprovados é a região sul com 63 projetos sendo em sua maioria de projetos hidrelétricos.

Figura 2: Projetos de energias renováveis de MDL aprovados por tipo de ER/estado.



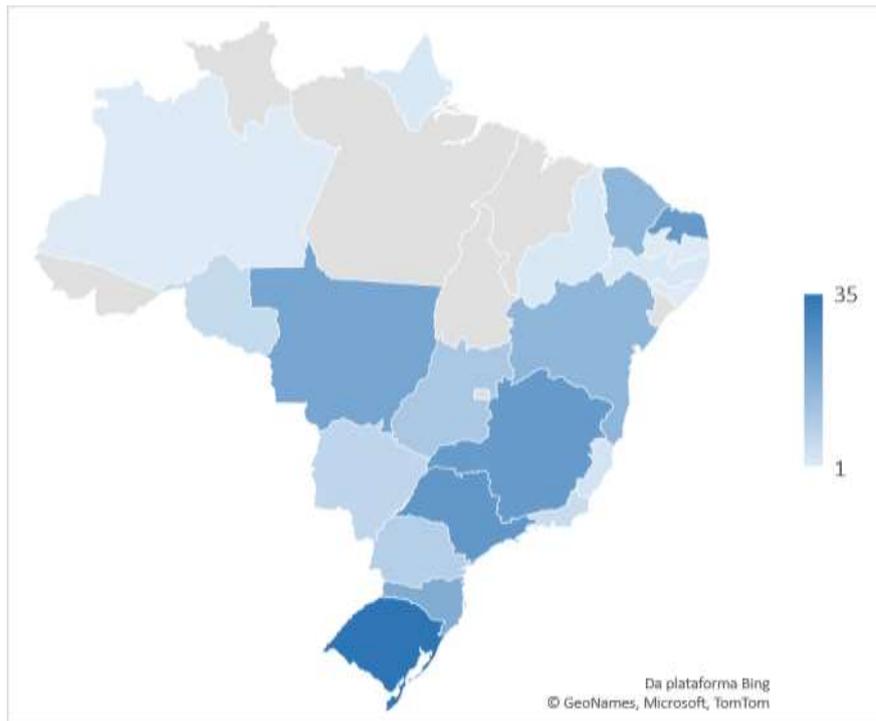
Fonte: CDM-UNFCC (2021).

Já a segunda região com maior número de projetos é a nordeste com que diferente da região sul possui em sua maioria com 82,85% oriundo de projetos de energia eólica, no Brasil o nordeste elevou o seu potencial de aproveitamento da energia eólica se tornando um fenômeno, apresentando um boom nos últimos 10 anos, além de apresentar ótimos cenários para 2050, podendo chegar a ser responsável por 20% da matriz elétrica brasileira, com isso demonstrando a possibilidade de mais projetos aprovados do Brasil por fonte de energia eólica (Cunha, et al., 2019).

Já a região sudeste dando destaque para os estados de São Paulo e Minas Gerais detém 56,86% dos projetos de biomassa sendo projetos registrados com bagaço de cana-de-açúcar, o elevado número de de aprovação entre 2009 e 2012 do MDL acarretou na queda de valorização no mercado e carbono, que antes eram negociadas a um valor médio de US\$ 16,26/tco2eq no ano de 2009, fechou 2013 com o valor médio de US\$ 0,62/tco2eq. Levando a uma desmotivação de empreendedores para novos registros (Neves & Trombin, 2014).

Conforme pode ser observado na Figura 3 a região norte apresenta uma lacuna muito grande quando comparada com as outras regiões, mostrando uma certa vulnerabilidade desta região referente a geração de energia elétrica de fontes renováveis, conhecida por ser uma região com maior quantitativo de sistemas isolados no Brasil, usando diesel e combustíveis fósseis para a geração de energia elétrica, ou com hidroelétricas que seriam facilmente reprovadas pois não se adequam nos termos europeus para comercialização de carbono. Os povos da Amazônia que são os caboclos, ribeirinhos, os pescadores os quilombolas e os indígenas necessitam do ecossistema amazônico, logo serviços de energia devem ser priorizados por políticas públicas, visando o desenvolvimento sustentável da região (Matiello, et al., 2018).

Figura 3: Classificação dos estados brasileiros com n° de projetos de energias renováveis aprovados no MDL.



Fonte: CDM-UNFCC (2021).

Quando realizado um comparativo com o quantitativo de projetos aprovados de energia eólica e solar de todos os países listados no Quadro 1, observa-se que a China detém 58,36% dos projetos mundiais aprovados em MDL oriundos de energia eólica, o Brasil fica em terceiro lugar com apenas 2,69% dos projetos aprovados e uma geração de 5618MG de geração instalada. Góes, et al., (2018) em seu trabalho que analisou os cobenefícios dos projetos aprovados de MDL em energia eólica, afirma que esse sucesso da China e Índia, se dá pelas políticas públicas que estabelecem padrões de emissões no país, focando no controle das emissões de NOX e SOX, entretanto, em sua análise de documentos dos projetos de MDL, identificaram o pouco destaque para outros benefícios dos projetos além dos GEE, como a redução de outros gases poluentes atmosféricos, geração de renda para a população local, e novas possibilidades de negócios. Xue, et al., (2015) analisaram o ciclo de vida do setor de energia eólica na China e os comparando com outras fontes de energia não renováveis com fontes de combustíveis fósseis, concluindo que a redução apresentada pelo setor foi de 97% na emissão de GEE, de 80% na redução de SO2, 57,35 de NOX e 30,9 em PM10.

Quadro 1: Quantitativo de projetos de MDL aprovados por tipo de ER e País.

PROJETOS DE MDL DE ENERGIA EÓLICA			PROJETOS DE MDL DE ENERGIA SOLAR		
País	Projetos	MW	País	Projetos	MW
China	1518	84034	China	160	3321
Índia	813	14643	Índia	167	2206
Brasil	70	5618	Korea do Sul	30	189
México	30	4276	Tailândia	26	709
Chile	20	1718	Chile	8	541
África do Sul	15	2421	Israel	7	318
Uruguai	13	627	África do Sul	5	230
Korea do Sul	13	377	Peru	5	96
Argentina	11	665	Emirados Árabes Unidos	5	320
Paquistão	8	405	Senegal	3	79
Marrocos	7	603	Ruanda	2	0,04
Republica Dominicana	6	230	Marrocos	2	168
Costa Rica	6	197	Republica Dominicana	2	82
Chipre	6	268	Argentina	2	20
Kenya	5	527	Paquistão	2	150
Vietnam	5	188	Burundi	1	20
Sri Lanka	5	51	Equador	1	50
Filipinas	4	253	Arábia Saudita	1	11
Nicarágua	4	147	Líbano	1	1
Egito	4	406	Tunísia	1	1
Servia	4	450	Filipinas	1	35
Peru	4	233	Brasil	1	3
Outros Países	30	2037	Outros Países	6	111
TOTAL	2601	120374	TOTAL	439	8661

Fonte: CDM-UNFCCC (2021).

O comparativo de projetos aprovados de energia solar, o Brasil apresenta apenas um projeto aprovado de uma usina de 3MW localizada em Minas Gerais, que quando comparado com os dados na Tabela 1 mostram a lacuna que o país possui entre usinas em operação de energia eólica com 606 usinas em operação em 2019 e apenas 70 projetos aprovados, correspondendo a apenas 11,55% das usinas instaladas do país, Fernandes e Leite (2021) em seu trabalho que analisaram a atuação dos projetos aprovados de MDL para o desenvolvimento sustentável no Brasil, identificou que a maioria dos projetos aprovados foram de projetos do setor de energia, porém projetos direcionados a energia biomassa de biogás oriundo de aterros sanitários estão relacionados com projetos considerados de grande escala, e essa escala está relacionada com a possibilidade de aprovação, outro resultado foi que projetos de ER em pequena escala possuem maior chances de aprovação, pois o MDL havia sido criado com uma estrutura de avaliação para projetos de grande porte, passando assim a adotar procedimentos mais simples para os de pequeno porte.

Para o Acordo de Paris é necessário elevar a ambição dos países acordados antes do seu início, uma vez que determina em seu Artigo 6, § 4, a mitigação nas emissões dos GEE apoiando uma visão para o desenvolvimento sustentável, este acordo segue os objetivos propostos no MDL indicando uma continuidade. Quando se trata de oportunidades de projetos a serem cadastrados no MDL podemos observar a série histórica apresentada na Tabela 1, onde mostra claramente um número muito elevado de projetos em operação, atualmente a matriz elétrica é composta por 82% de energias renováveis,

Tabela 1. Série histórica de geradores de ER em operação no Brasil de 2010-2019.

QUANTITATIVO EM OPERAÇÃO										
Energias Renováveis	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	(%)
Usina Hidrelétrica de Energia (UHE)	167	181	205	196	201	203	219	220	217	59,80%
Pequena Central Hidrelétrica (PCH)	360	433	440	477	476	457	436	429	426	3,10%
Central geradora Hidrelétrica (CGH)	316	377	405	449	496	553	603	670	698	0,40%
Central Geradora Undi-eletrica (CGU)	0	0	0	2	2	2	2	1	1	0,00%
Usina Termelétrica de energia (UTE)	407	433	455	479	506	522	535	549	559	8,91%
Central Geradora Eolielétrica (EOL)	39	70	92	119	265	349	423	511	606	9,00%
Central Geradora Solar Fotovoltaica	1	13	21	93	42	93	1160	2415	4594	1,30%
										82,51%

Fonte: ANEEL (2020).

Em sua maioria composta de fonte hídrica, outros destaques são as termelétricas com fontes de geração a partir da biomassa como Bagaço de Cana de Açúcar, Licor Negro, Resíduos de Madeira, Biogás - AGR, Capim Elefante, Carvão Vegetal, Casca de Arroz, Óleo de Palmiste e Etanol com 8,91% da ME e 559 geradores em operação, e usinas eólicas correspondendo a 9% da matriz e 606 usinas em operação.

Nos projetos de fonte hídrica na Figura 4 é a fonte de energia com maior número de projetos aprovados no MDL, onde até 2006, somente foram cadastradas usinas hidrelétricas do tipo fio d'água, pois não havia critérios metodológicos no programa, após esse ano, novos critérios foram adotados para registro de hidrelétricas que possuía reservatórios, pois havia um certo desconforto com os stakeholders, no projeto da hidrelétrica de Santo Antônio em Rondônia, apresentou inúmeros comentários negativos, referente as suas emissões, impactos e ao seu licenciamento ambiental, logo a unidade de medida de densidade de potência (W/m^2) se tornou um dos parâmetros principais para o registro de hidroelétricas, pois com uma $DP \leq 4 W/m^2$ tem o registro reprovado, $>4 W/m^2$ e $\leq 10 W/m^2$ os dados de emissão de metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2), devem ser avaliados, já para os projetos com $DP > 10 W/m^2$ a emissão é considerada nula.

Figura 4: Quantitativo de projetos de ER brasileiros no MDL



Fonte: CDM-UNFCC (2021).

No Brasil para o atendimento da demanda crescente da população brasileira, está em andamento inúmeros projetos de construção de hidrelétricas em região amazônica, Fearnside (2015) comenta em seu trabalho que tais hidrelétricas estão sendo construídas em um padrão acelerado, projetadas pelo próprio governo, sem se importar com os grandes impactos ambientais gerados por essas construções na Amazônia e seu impacto sobre o clima. Tais projetos não são bem vistos pela comunidade europeia, sendo um dos maiores consumidores de crédito de carbono de projetos brasileiros, o MDL deve ser um instrumento não apenas voltado para as emissões de GEE como também para promover o desenvolvimento sustentável.

A região amazônica é vista internacionalmente como uma estratégica para o mundo como um banco de carbono, pois é a maior floresta tropical do mundo com uma vasta biodiversidade, onde proporciona serviços ecossistêmicos fundamentais para a humanidade (Sousa, 2013).

4. Considerações Finais

Conclui-se que com a criação do MDL para o mundo apresentou uma evolução importante para a redução de emissões de GEE, e funcionando como um mecanismo para a redução das mudanças climáticas, sendo um marco histórico mundial.

Contudo, mesmo com a sua importância, se enfraqueceu e apresenta um futuro incerto, o acordo de Paris deixa a entender que seguirá metodologias, praticas, e aprenderá com os erros cometidos, porém devido à incerteza de sua continuidade acarretou na redução de registros.

Faz-se necessário um estudo do governo e incentivo para identificar quais geradores de energia de fontes renováveis cumprem os critérios para um possível registro, para assim identificar o total de valor de mercado que pode contribuir para uma valoração no mercado de carbono, e cumprimentos de metas brasileiras nos acordos ambientais internacionais.

Para uma análise da situação mais aprofundada, sugere-se que em trabalhos futuros que são necessários análises englobando fatores como, quantitativo de empresas que ofereçam serviços de submissão de projetos para o mercado de carbono, bem como uma análise de viabilidade econômica para tais projetos para que possa contribuir com tomadas de decisões de empreendimentos para o mercado de carbono.

Referências

- Agreement, P. (2015). United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). *Climate Change Secretariat: Bonn, Germany*.
- Assad, E. D., Martins, S. C., Cordeiro, L. A. M., & Evangelista, B. A. (2019). Sequestro de carbono e mitigação de emissões de gases de efeito estufa pela adoção de sistemas integrados. *ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta* (pp. 153-167). Brasília: Embrapa.
- Azevedo, O. P. O. de. (2020) A governança global das energias renováveis. Dissertação (Mestrado em Direito) - Centro Universitário de Brasília, Brasília. <https://repositorio.uniceub.br/jspui/handle/prefix/14515>
- Barbado, N., & Leal, A. C. (2021). Cooperação global sobre mudanças climáticas e a implementação do ODS 6 no Brasil. *Research, Society and Development*, 10(3), pp. e29110313290-e29110313290. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13290>
- Benites, L. (2015). A participação da América Latina no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. *Sustentabilidades*, 5(11). http://www.sustentabilidades.usach.cl/sites/sustentable/files/paginas/02_0.pdf
- Bergamaschine, L. C. (2017). Políticas públicas e as contribuições potenciais do Cerrado para o cumprimento das metas brasileiras de redução das emissões de gases do efeito estufa. Dissertação (Mestrado em Ecologia) —Universidade de Brasília, Brasília. <https://repositorio.unb.br/handle/10482/31370>
- Boyd, E., & Schipper, E. L. (2002). The Marrakech Accord—at the crossroad to ratification: seventh conference of the Parties to the United Nations Framework Convention on Climate Change. *The Journal of Environment & Development*, 11(2), 184-190. 10.1177/10796502011002006.
- Cepal, N. (2010). Objetivos de desarrollo del milenio: avances en la sostenibilidad ambiental del desarrollo en América Latina y el Caribe. <http://hdl.handle.net/11362/2935>
- Chandra, A., McNamara, K. E., Dargusch, P., Damen, B., Rioux, J., Dallinger, J., & Bacudo, I. (2016). Resolving the UNFCCC divide on climate-smart agriculture. *Carbon Management*, 7(5-6), 295-299. 10.1080/17583004.2016.1235420
- Chrispim, M. C., de Souza, J. F. T., & Simões, A. F. (2019). Avaliação comparativa entre veículos elétricos e veículos convencionais no contexto de mitigação das mudanças climáticas. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, 8(1), 127-148. <http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v8e12019127-148>
- Couto Pereira, S. N. (2010). Payment for environmental services in the Amazon forest: how can conservation and development be reconciled?. *The Journal of Environment & Development*, 19(2), 171-190. <https://doi.org/10.1177/1070496510368047>.
- Cunha, E. A. A., Siqueira, J. A. C., Nogueira, C. E. C., & Diniz, A. M. (2019). Aspectos históricos da energia eólica no Brasil e no mundo. *Revista Brasileira de Energias Renováveis*, 8(4). <http://dx.doi.org/10.5380/rber.v8i4.65759>
- Dos Santos, F. L., & Silvano, R. A. M. (2016). Aplicabilidade, potenciais e desafios dos Pagamentos por Serviços Ambientais para conservação da água no sul do Brasil. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 38. <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v38i0.43640>
- Engel, S., Pagiola, S., & Wunder, S. (2008). Designing payments for environmental services in theory and practice: An overview of the issues. *Ecological economics*, 65(4), 663-674. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.03.011>
- Ensslin, L., Ensslin, S. R., & Vianna, W. B. (2007). O design na pesquisa quali-quantitativa em engenharia de produção-Questões a considerar. *Revista Gestão Industrial*, 3(3), 172-185. doi:10.3895/S1808-04482007000300011
- Estrela, C. (2018). *Metodologia científica: ciência, ensino, pesquisa*. Artes Médicas.
- Farley, J., & Costanza, R. (2010). Payments for ecosystem services: from local to global. *Ecological economics*, 69(11), 2060-2068. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.06.010>
- Fearnside, P. M. (2015). Tropical hydropower in the clean development mechanism: Brazil's Santo Antônio Dam as an example of the need for change. *Climatic Change*, 131(4), 575-589. <https://doi.org/10.1007/s10584-015-1393-3>
- Fernandes, E. A., & Leite, G. B. (2021). Atuação dos projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo para o desenvolvimento sustentável no Brasil. *Brazilian Journal of Political Economy*, 41, 351-371. <https://doi.org/10.1590/0101-31572021-3168>
- Gauvin, C., Uchida, E., Rozelle, S., Xu, J., & Zhan, J. (2010). Cost-effectiveness of payments for ecosystem services with dual goals of environment and poverty alleviation. *Environmental management*, 45(3), 488-501. <https://doi.org/10.1007/s00267-009-9321-9>
- Góes, M. D. F. B., Andrade, J. C. S., Silva, M. S., & Santana, A. C. (2018). Projetos de mdl de energia eólica no nordeste do brasil: perfil e cobenefícios declarados. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 12(2), 71-89. <https://doi.org/10.24857/rgsa.v12i2.1477>
- He, J., Huang, Y., & Tarp, F. (2014). Has the Clean Development Mechanism assisted sustainable development?. In *Natural Resources Forum*. 38(4), 248-260. <https://doi.org/10.1111/1477-8947.12055>
- Honkonen, T. (2009). The Principle of Common But Differentiated Responsibility in Post-2012 Climate Negotiations. *Review of European Community & International Environmental Law*, 18(3), 257-267. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9388.2009.00648.x>
- Kirkman, G. A n, Seres, S., Haites, E., & Spalding-Fecher, R. (2012). Benefits of the clean development mechanism 2012. In: United Nations Framework Convention on Climate Change. https://unfccc.int/resource/docs/publications/abc_2012.pdf
- Kuyper, J., Schroeder, H. & Linnér, B. O. (2018) The evolution of the UNFCCC. *Annual Review of Environment and Resources*, 43, 343-368. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-102017-030119>

- Lazaro, L. L. B., & Gremaud, A. P. (2017). Contribuição para o desenvolvimento sustentável dos projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo na América Latina. *Organizações & Sociedade*, 24, 53-72. <https://doi.org/10.1590/1984-9230803>
- Leff, E. (2011). Complexidade, interdisciplinaridade e saber ambiental. *Olhar de professor*, 14(2), 309-335. 10.5212/OlharProf.v.14i2.0007
- Lövbrand, E., & Stripple, J. (2011). Making climate change governable: accounting for carbon as sinks, credits and personal budgets. *Critical Policy Studies*, 5(2), 187-200. <https://doi.org/10.1080/19460171.2011.576531>
- Matiello, S., Pagani, C. H. P., Leal, M. L. M., Cerri, F., & Moret, A. D. S. (2018). Energia e desenvolvimento: alternativas energéticas para áreas isoladas da Amazônia. *Revista Presença Geográfica*, 5(1), 11-21.
- Neves, M. F., & Trombin, V. G. (2014). *A dimensão do setor sucroenergético*. Markestrat
- Ormond, J., & Goodman, M. K. (2015). A new regime of carbon counting: The practices and politics of accounting for everyday carbon through CO₂e. *Global Environmental Change*, 34, 119-131. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.04.011>
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. Ed (pp. 3-9). UFSM.
- Piris-Cabezas, P., Lubowski R., Schwartzman, S., Golub A. & Keohane N. (2016) Cost-effective emissions reductions beyond Brazil's international target: estimation and valuation of Brazil's potential climate asset, environmental defense fund Washington. <http://www.edf.org/sites/default/files/cost-effective-emissions-reductions-brazil.pdf>
- Rodrigues, L. M., Lira, M. A. T., & Sousa, M. L. D. (2020). Mitigação dos Efeitos das Mudanças Climáticas a partir da Substituição Gradual de Termelétricas a Carvão por Usinas Fotovoltaicas. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 35, 415-424. <https://doi.org/10.1590/0102-7786353006>
- Sica, E. T., Camargo, C. B., Neto, E. A. C. A., Cechinel, C., Carvalho, R. T., Okuda, B. S. (2009) Avaliação multicritério de empreendimentos de geração e transmissão de energia elétrica: uma abordagem por meio dos critérios de projetos de MDL. In: XX SNPTEE Seminário Nacional De Produção E Transmissão De Energia Elétrica,4. Rbep. Recife. <https://www.cgti.org.br/publicacoes/wp-content/uploads/2016/03/AVALIA%C3%87%C3%83O-MULTICRIT%C3%89RIO-DE-EMPREENDIMENTOS-DE-GERA%C3%87%C3%83O-E-TRANSMISS%C3%83O-DE-ENERGIA-EL%C3%89TRICA-UMA-ABORDAGEM-POR-MEIO-DOS-CRIT%C3%89RIOS-DE-PROJETOS-DE-MDL.pdf>
- Silva, A. J. H. D. (2014). *Metodologia de pesquisa: conceitos gerais*. Paraná, UNICENTRO.
- SOUSA, R. G (2013). Avaliação do modelo de monitoramento ambiental no Estado do Pará: estudo de caso da SEMA/PA. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido) - Universidade Federal do Pará, Belém. <http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/10967>
- UNEP DTU Partnership (2021). Centre on Energy, Climate and Sustainable Development. <https://unepdtu.org/>
- UNFCCC. (2021) Clean Development Mechanism. <https://cdm.unfccc.int/>
- UNFCCC. (2021) Santo Antonio Hydropower Project. <https://cdm.unfccc.int/Projects/DB/PJR%20CDM1356613142.79/view>
- Wunder, S., Engel, S., & Pagiola, S. (2021). Payments for environmental services in developing and developed countries. *Ecological Economics*, 65(4), 663-852.
- Xue, B., Ma, Z., Geng, Y., Heck, P., Ren, W., Tobias, M. & Fujita, T. (2015). A life cycle co-benefits assessment of wind power in China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 338-346. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.08.056>