

MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO (MDL) NO ESTADO DO MARANHÃO: POTENCIAL DA MATRIZ ELÉTRICA PARA NEGÓCIOS NO MERCADO DE CARBONO

CLEAN DEVELOPMENT MECHANISM (CDM) IN THE STATE OF MARANHÃO: POTENTIAL OF THE ELECTRIC MATRIX FOR BUSINESS IN THE CARBON MARKET

Carlos Alberto Lima Melo Junior^a, Teresa Cristina Rodrigues dos Santos Franco^b,
Jaiver Efren Jaimes Figueroa^b

^aComando da Aeronáutica. ^bUniversidade Federal do Maranhão, Brasil
e-mail: eng.carlos.melo@gmail.com, teresa.cristina@ufma.br, jaiver.figueroa@ufma.br

Submissão: 12 dezembro de 2019

Aceitação: 02 abril de 2020

Resumo

As Nações Unidas, desde 1972, vêm buscando solucionar o problema da mudança climática no planeta. Mais recentemente, em 2015, durante o “Acordo de Paris”, foram definidos objetivos de longo prazo para limitar as emissões de Gases do Efeito Estufa (GEEs). Para auxiliar os países integrantes da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) no cumprimento dessas metas, foi criado o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). No trabalho apresentado, utilizou-se a chamada ACM0002, ferramenta do MDL, para estimar as reduções de emissões de GEEs oportunizadas por usinas eólicas que fazem parte da matriz elétrica Maranhense, bem como o potencial ainda a ser explorado com o crescimento da matriz até 2027. O valor estimado dessas reduções de emissões foi de 6,20 milhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente. O estudo contribuiu com dados relevantes para o setor energético renovável, bem como para a gestão ambiental regional. Poderá, ainda, auxiliar na implementação de novos projetos MDL no Estado do Maranhão.

Palavras-chave: Acordo de Paris; Metodologia ACM0002; Plano Decenal 2027.

Abstract

As a United Nations since 1972, it has been seeking to solve the problem of climate change on the planet. More recently, in 2015, during the “Paris Agreement”, long-term goals to limit green house gas (GHG) restrictions were considered. To assist the member countries of the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) without meeting these goals, the Clean Development Mechanism (CDM) was created. In the work presented, the so-called ACM0002, a CDM tool, was used to estimate the GHG emission reductions provided by wind farms that are part of the Maranhense electrical matrix, as well as the potential yet to be explored with the matrix's growth until 2027. The estimated value of these use reductions was 6.20 million tons of carbon dioxide equivalent. The study contributed relevant data for the renewable energy sector as well as for regional environmental management. It also assisted in the implementation of new CDM projects in the state of Maranhão.

Keywords: Paris Agreement; ACM0002 Methodology; Ten Year Plan 2027.

1 INTRODUÇÃO

A comunidade internacional, através das Nações Unidas, deu início à luta para solucionar o problema da mudança climática no planeta, em 1972, durante a Conferência sobre o Meio

Ambiente realizada em Estocolmo, Suécia. Neste encontro, não foi estabelecido nenhum acordo com metas a serem cumpridas pelos 113 países participantes. Contudo, durante a conferência foi concebido um importante documento denominado Declaração da Conferência das Nações Unidas

sobre o Meio Ambiente Humano. Este trouxe 26 (vinte e seis) princípios que serviriam de base para medidas concretas nas Conferências seguintes (LAZARO; GREMAUD, 2017), em destaque, o princípio 20 (vinte), transcrito abaixo, cujas recomendações possuem características parecidas com os instrumentos de Desenvolvimento Limpo criados até hoje.

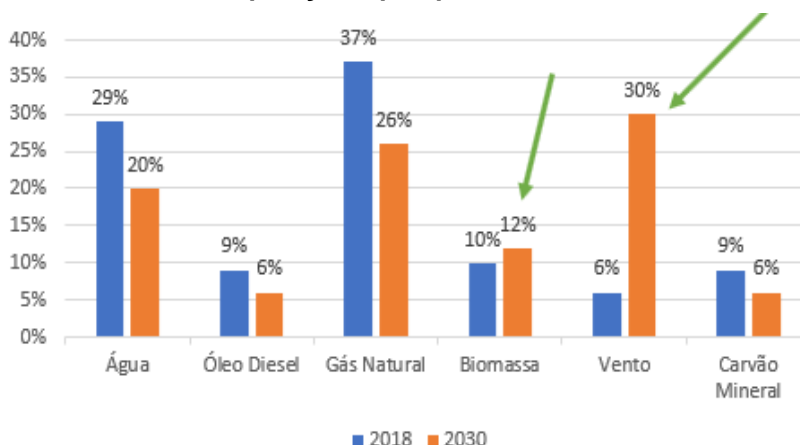
Devem-se fomentar em todos os países, especialmente nos países em desenvolvimento, a pesquisa e o desenvolvimento científicos referentes aos problemas ambientais, tanto nacionais como multinacionais. Neste caso, o livre intercâmbio de informação científica atualizada e de experiência sobre a transferência deve ser objeto de apoio e de assistência, a fim de facilitar a solução dos problemas ambientais. As tecnologias ambientais devem ser postas à disposição dos países em desenvolvimento de forma a favorecer sua ampla difusão, sem que constituam uma carga econômica para esses países.[...] (DECLARAÇÃO DA CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O MEIO AMBIENTE HUMANO,1972).

Em dezembro de 2015, quarenta e três anos depois da Convenção de Estocolmo, foi realizada a Conferência das Partes (COP) em Paris, na França, na qual foi definido o “Acordo de Paris”. Esse tratado trouxe objetivos concretos, e de longo prazo, para limitar as emissões de Gases do Efeito Estufa (GEEs) no planeta. Foi o primeiro

extensivo a todos os países Partes da Convenção do Clima, diferentemente do Protocolo de Kyoto que apenas tinha estabelecido metas obrigatórias de redução para os países desenvolvidos. Para auxiliar os países integrantes da Convenção Quadro das Nações Unidas Sobre Mudança do Clima (UNFCCC) no cumprimento dessas metas determinadas, o protocolo de Kyoto, desde 1997, traz em seu artigo 12 o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), que permite o financiamento de projetos renováveis em países em desenvolvimento como forma de compensação aos compromissos de redução de emissões de GEEs assumidos pelos países desenvolvidos (GÓES; ANDRADE; SILVA, 2018).

Propõe-se, assim, ajudar esses países, ou especificamente as empresas destes, a mensurarem de forma padronizada as reduções de GEEs propostas por suas atividades econômicas, as quais serão analisadas no programa MDL. Dentre as ferramentas desenvolvidas pelas Nações Unidas, através da UNFCCC, a que atende o empreendimento mais promissor (Gráfico 1) de energia renovável integrante da matriz elétrica Maranhense é a metodologia *Activity Categorization by Mitigation 0002* (ACM0002), ou Cateogotização de Atividades por Mitigação 0002. Este modelo matemático é específico para estimar as reduções de emissões de dióxido de carbono equivalente (CO_{2eq}) de grandes projetos interligados à rede nacional de energia elétrica, especificamente chamado, no Brasil, de Sistema Interligado Nacional (SIN) (UNFCCC, 2017).

Gráfico 1 – Composição e perspectivas da matriz elétrica do Maranhão



Fonte: SEINC-MA (2018).

Dispondo dos valores das reduções nas emissões propostas por suas atividades típicas,

as empresas, após aprovação de seus projetos na UNFCCC, poderão obter receitas extras no

chamado “Mercado de Carbono”. Ou seja, a participação dos agentes econômicos nacionais, ou internacionais, no programa de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), passa a constituir uma possibilidade real de se combinar o desenvolvimento econômico à conservação ambiental no Estado do Maranhão.

Portanto, este artigo buscou determinar o potencial, até 2027, de reduções nas emissões de dióxido de carbono equivalente (tCO_{2eq}), bem como seu valor (R\$), no Mercado de Carbono internacional, oportunizado pelo incremento energético dos empreendimentos eólicos projetados no Plano Decenal de Expansão de Energia para o Estado do Maranhão.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A revisão de literatura realizada focou nos conceitos de: Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, Metodologia ACM0002, Mercado de Carbono, Matriz Elétrica Maranhense e Plano Decenal de Expansão de Energia 2027 (PDE 2027).

2.1 Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)

Regulamentado pelo artigo 12 do Protocolo de Kyoto, o MDL foi criado para ajudar os países do chamado “Anexo I” (países-membros da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE e países do antigo bloco soviético) a reduzir as suas

emissões de GEEs, no primeiro período de compromisso (2008 a 2012), em 5,2% dos níveis de 1990 (ROCHA; PAIANO, 2009). No final de 2012, durante a Décima Oitava Conferência das Partes (COP 18 – *Conference of the Parties*), realizada em Doha, no Qatar, representantes de 36 Nações de um total de 193 participantes, sendo 173 signatários do protocolo Kyoto, aprovaram a “Emenda de Doha para o Protocolo de Kyoto”, na qual concordaram em estender o tratado para um segundo período de compromisso, de janeiro de 2013 a dezembro de 2020 (MICHAELOWA, 2015). Neste, o conjunto de metas para as reduções de emissões dos GEEs dos países do “Anexo I” ficaram definidas em 18% em comparação aos níveis de 1990. Além disso, no encontro foi estabelecido um plano para negociar um novo acordo pós 2020 (SERENO, 2018).

Segundo Vieira *et al.* (2018), o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo permite o financiamento de projetos renováveis em países em desenvolvimento para compensar as metas de redução de GEEs dos países do “Anexo I”, bem como contribuir para desenvolvimento sustentável daqueles.

Esses projetos geram um produto expresso em CO_2 equivalente, os chamados “créditos de carbono”, os quais são emitidos após o projeto proposto passar por 7 (sete) fases do “ciclo de projeto MDL” (Figura 1): concepção, aprovação nacional, validação, registro, monitoramento, verificação e emissão das Reduções Certificadas de Emissões – RCEs (*Certified Emission Reductions* – CER) (MCTIC, 2016).

Figura 1 – Ciclo de projeto MDL



Fonte: adaptada de Dixon et al. (2013).

Duque, González e Restrepo (2017) definem cada etapa mostrada na Figura 1 da seguinte forma:

Etapa I – Conceção do Projeto é a fase de responsabilidade do Proponente do Projeto, o qual confeccionará o Documento de Conceção do Projeto (DCP), no qual será descrita a metodologia base de cálculos estimativos para as reduções dos GEEs, plano e métodos de monitoramento das emissões após a implantação do projeto, emissões de GEEs, declaração de impactos ambientais e comentários das partes interessadas.

Etapa II – Aprovação Nacional é a etapa de aprovação do projeto pela Autoridade Nacional Designada (AND) ou Designated National Authority (DNA). No Brasil, a instituição governamental responsável por essa aprovação é a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima (CIMGC), estabelecida no âmbito do Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações (MCTIC) desde 2002. Nesta fase, o CIMGC verificará também se o projeto proposto contribuirá para o Desenvolvimento Sustentável regional ou local, premissa dos projetos MDL.

Etapa III – Validação é o processo de avaliação independente – auditoria de terceira parte – da atividade proposta no projeto. As empresas que prestam esse serviço de auditoria são conhecidas por Designated Operational Entity (DOE) ou Entidade Operacional Designada (EOD).

Etapa IV – Registro. O Conselho Executivo do MDL (CDM Executive Board), localizado nas Nações Unidas (UNFCCC), recebe o projeto, verifica as atestações da AND e da EOD e, caso não necessite de correções, o projeto é registrado. Nesta fase, podem haver novas requisições ou pedidos de informações ao proponente ou, simplesmente, que o projeto seja rejeitado, caso se verifique que o mesmo não cumpriu as exigências solicitadas.

Etapa V – Monitoramento. Nesta fase, o empreendedor começa a monitorar atividades do seu projeto construído, apresentando relatórios de acompanhamento em que deverão constar as emissões efetivamente reduzidas a partir dos dados de operação.

Etapa VI – Verificação. Com base nos dados do monitoramento para o período verificado – a partir de 1 ano de operação do Empreendimento –, o Participante deverá contratar novamente o EOD para atestar os dados monitorados, incluindo nova visita ao local de operação. Daí é

emitido um parecer que, se positivo, é submetido ao Conselho Executivo do MDL, no caso, na própria UNFCCC.

Etapa VII – Emissão dos Certificados de Redução. O Conselho Executivo do MDL avalia a documentação referente ao monitoramento do Empreendimento e emite as certificações RCE's para o Participante.

2.2 Mercado de Carbono

Como visto no tópico anterior, os projetos MDL geram um Certificado para os investidores do empreendimento. Essas licenças, também conhecidas por “créditos de carbonos”, têm suas unidades correspondentes a uma tonelada métrica de dióxido de carbono equivalente (1tCO_{2eq}) removido da atmosfera (UNFCCC, 2019b). A maioria dos autores classifica os créditos de carbono como *commodities*, ou seja, mercadorias negociadas com preços estabelecidos pelo mercado internacional. Esses créditos geralmente são comprados por empresas no exterior que, em função do Protocolo de Kyoto, têm metas obrigatórias de redução de emissões de gases de efeito estufa. A compra dos créditos permite-lhes manter ou aumentar essas emissões (MONTEIRO *et al.*, 2018).

O ambiente de negócio chamado “Mercado de Carbono” pode ser entendido como um espaço de trocas, regulado pela Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças no Clima (*United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC*), que viabiliza a países ou empresas com alta emissão de carbono, porém, com metas de redução de emissões estabelecidas, comprarem o excedente das cotas de países que produzem menos CO₂. Contudo, a participação nesse ambiente de negócio também pode ser voluntária, como, por exemplo, quando uma empresa não possui compromisso firmado para redução de emissão de GEEs, o que poderia, a certa altura de sua produção, obrigá-la a buscar essa alternativa, mas, ainda assim, participa espontaneamente desse Mercado (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

Uma vez que possua os créditos de carbono, o vendedor poderá negociá-los em bolsas específicas para este tipo de mercado, a exemplo da *Intercontinental Exchange – ICE*, empresa norte-americana sediada em Atlanta, e em escritórios em Calgary (Canadá), Chicago, Houston (Texas), London, New York e Singapura, os quais comercializam, via internet, futuros e

derivativos no mercado de balcão (*Over-the-Counter*) as *commodities* petróleo, gás natural, energia, emissões e o carvão (ICE, 2019).

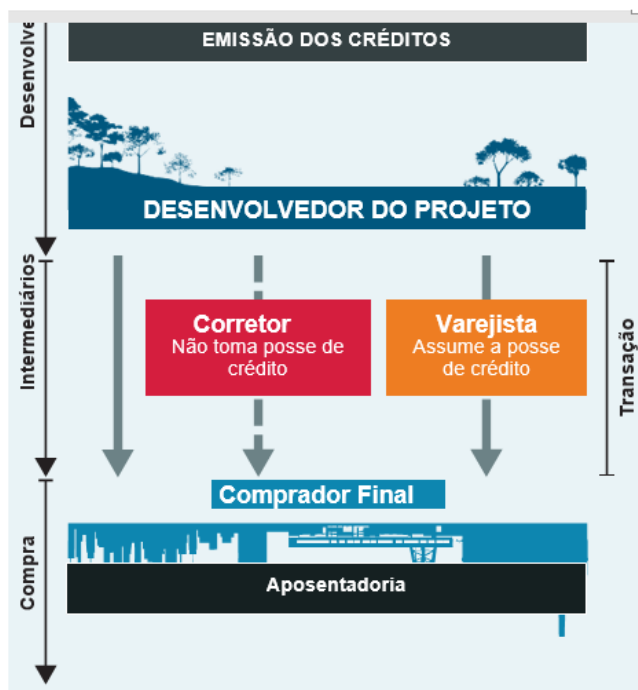
Na plataforma da ICE, encontra-se o produto de ICE EUA (código C), cujo ativo é negociado através de um contrato futuro. Por meio deste, seus negociantes (*traders*) se comprometem a fornecer (vendedor) ou receber (comprador) os créditos de carbono em uma data prefixada nos termos do contrato. A unidade de negociação é 1 (um) lote de 1.000 licenças de CO₂ dos países da União Europeia signatários do Protocolo de Kyoto. Cada licença tem o direito de emitir uma tonelada de gás equivalente de dióxido de carbono. A cotação é feita em Euro (€), ou Euro c (c), por tonelada métrica de CO_{2eq}, e a mínima variação de preço possível para este ativo é de €0,01 por tonelada, ou seja, 10€ por lote (ICE, 2019).

O ciclo de vida do crédito de carbono se inicia com a emissão de seus certificados

(créditos elegíveis) e vai até a sua aposentadoria (*retirements*). Esta última ação nada mais é do que a reivindicação pelo proprietário, ou comprador final, das emissões de CO_{2eq} compensadas. Para assegurar que o crédito não possa ser revendido, o seu registro de rastreamento é removido permanentemente (número de série exclusivo do crédito em circulação) dos cadastros dos organismos que processam os projetos dos mercados Regulado ou Voluntário (HAMRICK, 2017).

O processo de fechamento do ciclo de vida dos créditos de carbono pode ser indefinido, haja vista que os desenvolvedores dos projetos podem negociar esses certificados diretamente com compradores finais (Figura 2) ou vender para varejistas ou corretores que, em seguida, revendem ou cobram taxas para encontrar compradores finais (HAMRICK, 2017).

Figura 2 – Ciclo de vida do crédito de carbono



Fonte: Hamrick (2017).

2.3 Metodologia ACM0002

O Acordo de Paris, em 2015, foi um estímulo para políticas e ações de desenvolvimento de baixo carbono, financiamento climático, transferência de tecnologia, capacitação e abordagens voltadas para o mercado de carbono.

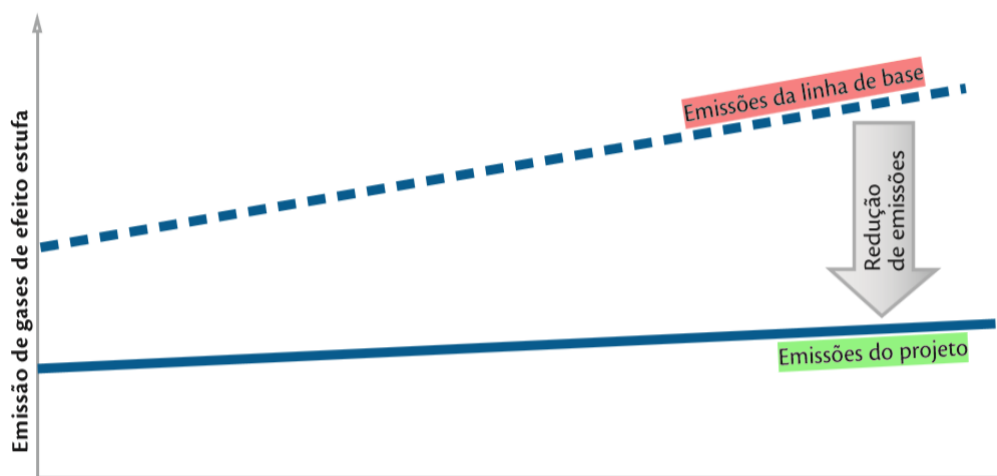
Nessa linha, padrões internacionalmente reconhecidos foram estabelecidos para quantificar as reduções de emissões dos GEEs, uma vez que a qualidade desses dados é de fundamental importância para a validação e certificação dos projetos MDL, por parte das Nações Unidas (UNFCCC, 2017).

Concernente a isso, durante a confecção do Documento de Concepção do Projeto (DCP), ainda na “etapa I” do ciclo de projeto MDL, o proponente deverá atentar para o tipo de metodologia que será usada para estimar as reduções dos GEEs do seu empreendimento, haja vista que os créditos de carbono só serão emitidos após o monitoramento dos dados de operação do seu estabelecimento. Por conta disso, a UNFCCC disponibiliza em seu sítio eletrônico uma série de requisitos técnicos a serem seguidos pelos interessados, no sentido de adequar a intenção do seu projeto ao que realmente irá produzir (UNFCCC, 2019a). Ou seja, são oferecidas metodologias que contêm as “ferramentas” adequadas para os cálculos estimativos das reduções quantificadas de GEEs pelos Projetos Propostos (CGEE, 2010). Um dos pontos chave oferecidos por essas ferramentas metodológicas é a definição da linha de base, ou referência hipotética, que veio auxiliar sobremaneira nos cálculos estimativos apresentados pelos projetos. Este conceito foi inserido em 2005 como um termo aditivo ao artigo 12 do protocolo de Kyoto, que regulamentou o MDL (MCTIC, 2009).

A linha de base de uma atividade de projeto de MDL é o cenário que representa, de forma razoável, as emissões antrópicas de gases de efeito estufa por fontes que ocorreriam na ausência da atividade de projeto proposta. A linha de base deve cobrir as emissões de todos os gases, setores e categorias de fontes listadas no Anexo I que ocorram dentro do limite do projeto. Deve considerar-se que a linha de base representa, de forma razoável, as emissões antrópicas por fontes que ocorreriam na ausência da atividade de projeto proposta [...] (UNFCCC, 2009b).

Isto posto, a linha de base pode ser entendida como o cenário de referência em que se pode estimar as reduções de emissões de GEEs, ou seja, a redução de emissões é a diferença entre uma hipótese (a linha de base) e um fato, ou melhor, entre as emissões propostas pelo projeto e as confirmadas, posteriormente, na fase de monitoração dos dados do empreendimento (Gráfico 2). E caso se confirme que essas emissões são menores que as do cenário de linha de base, os créditos de carbonos poderão ser liberados pela entidade reguladora (CGEE, 2010).

Gráfico 2 – Cenário do cálculo estimativo de reduções de emissões



Fonte: CGEE (2010).

Até o momento, foram criadas 265 (duzentas e sessenta e cinco) metodologias para o cálculo estimativo de redução de emissões para 15 (quinze) setores, sendo que, em cada setor, elas ainda são subdivididas de acordo com o tamanho do empreendimento e o tipo de mitigação (UNFCCC, 2017).

Segundo Esparta e Nagai (2018), a maioria

dos projetos propostos e validados no âmbito do MDL são de plantas renováveis que produzem eletricidade com intuito de conexão ao Sistema Interligado Nacional (SIN). Ou seja, foram projetos que se valerem da metodologia ACM0002 para calcular suas reduções de emissões.

Os cálculos estimativos dessa metodologia

são recomendados para empreendimentos de larga escala (acima de 15 MW em carga instalada) que gerem eletricidade a partir de fontes como a solar, eólica, Pequenas Centrais Hidrelétrica (PCH), geotérmica e maré, e que venham a se conectar a uma rede nacional de eletricidade (ACM0002, 2018).

Como apresentado, o cálculo estimativo de redução de emissão de um projeto no âmbito do MDL depende de duas variáveis: (1) Emissões da linha de base e (2) Emissões do projeto. Na próxima seção, será apresentada essa aritmética padronizada pela metodologia ACM0002.

2.3.1 Emissões da linha de base

Segundo a metodologia ACM0002 (2018), as emissões de Linha de Base (**BE**) de projeto proposto são calculadas de acordo com a equação (1):

$$BE_{,y} = EG_{PJ,y} \times EF_{SIN} \quad (1)$$

Onde **y** refere-se ao ano para o qual as variáveis estão sendo calculadas. **EG_{PJ,y}** é a energia em MWh que será produzida pelo empreendimento e, posteriormente, injetada na rede nacional (CPADD, 2017). **EF_{SIN}**, em tCO_{2eq}/MWh, é o Fator de Emissão do Sistema Interligado Nacional. Seu valor é determinado pela equação (2) (ACM0002, 2018).

$$EF_{SIN} = [EF_{grid,OM} \times WOM] + [EF_{grid,BM} \times WBM] \quad (2)$$

Os parâmetros “EF_{grid,OM}” e “EF_{grid,BM}” são os Fatores de Emissões da Rede (*grid*) referentes à Margem de Operação (*Operating Margin – OM*) e Margem de Construção (*Building Margin – BM*), calculados pela ONS (Operador Nacional do Sistema) e fornecidos pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC, 2019).

Já os parâmetros “WOM” e “WBM” são os pesos (*Weights*). Seus valores são aplicados na proporção de 50% (0,5) para cada tipo de Fator de Emissão da rede (operação-OM e construção-BM), exceto para projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo de energias eólica e solar, cuja proporção fica de 75% (0,75) para WOM, e 25% (0,25) para WBM (ACM0002, 2018).

2.3.2 Emissões do projeto

Segundo a metodologia ACM0002 (2018), é recomendado que o projetista assuma nos cálculos que a produção energética oriunda das Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), Usinas Eólicas, Solar e Maremotriz não emita qualquer GEE, ou seja, que os projetos resultantes destas fontes apresentem zero emissões ($PE = 0$ tCO_{2eq}).

2.3.3 Reduções de emissões

Segundo a metodologia ACM0002 (2018), aplica-se a equação (3) para estimar as reduções propostas.

$$ER_{,y} = BE_{,y} - PE_{,y} \quad (3)$$

Onde:

ER_{,y} = Emissões Reduzidas para o ano **y** (tCO_{2eq}/y);

BE_{,y} = Emissões de Linha de Base para o ano **y** (tCO_{2eq}/y); e

PE_{,y} = Emissões de Projeto para o ano **y** (tCO_{2eq}/y).

Podemos concluir através da equação (3) que o valor das reduções de emissões (**ER**) é igual ao valor de emissões de linha de base (**BE**), haja vista que as emissões desses projetos é zero. Ou seja, podemos construir a equação (4). Como $ER_{,y} = BE_{,y} - PE_{,y}$, para $PE = 0$, teremos $ER_{,y} = BE_{,y}$, como $BE_{,y} = EG_{PJ,y} \times EF_{SIN}$, então:

$$ER_{,y} = EG_{PJ,y} \times EF_{SIN} \quad (4)$$

2.4 Matriz Elétrica Maranhense

De acordo com a Secretaria de Estado de Indústria, Comércio e Energia (SEINC-MA) (2018), o Maranhão possui 11 (onze) empreendimentos geradores de energia elétrica para o Sistema Interligado Nacional (SIN), dos quais 9 (nove) são termelétricas, ou seja, produzem a eletricidade a partir da queima de algum tipo de combustível, renovável ou não (EPE, 2017).

Na Tabela 1, é apresentada a capacidade instalada e o início de operação de cada um dos tipos de empreendimentos e fontes na matriz

elétrica Maranhense.

2.5 Plano Decenal de Expansão de Energia 2027

O Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE), elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) desde 2006, quando ainda era PDEE (Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica), é um documento que permite extrair importantes elementos para o planejamento do setor de energia, com benefícios em termos de aumento de confiabilidade, redução de custos de produção e redução de impactos ambientais (EPE, 2017). Tal Plano foi regulamentado pelo

decreto nº 7.390/2010 em atendimento aos acordos internacionais para monitoramento e redução dos GEEs. Segundo o PDE 2027, as fontes eólicas terão um crescimento anual médio de 14,3% entre 2018 a 2027 na Oferta Interna de Energia Elétrica Nacional – OIEE (EPE, 2017). Na Tabela 3, são mostradas as estimativas de crescimento na OIEE nacional para a fonte eólica até 2027.

Como a fonte de interesse é a eólica, na Tabela 2, são apresentados os valores da Energia Eólica Gerada ($EG_{PJ,y}$) em Gigawatts-hora (GWh) por esses empreendimentos durante os anos de 2017 e 2018.

Tabela 1 – Capacidade instalada na matriz elétrica Maranhense

EMPREENHIMENTO	TIPO	INÍCIO DA OPERAÇÃO	FONTE PRIMÁRIA	CAPACIDADE (MW)
UTE Geramar I	Térmica	2010	Óleo Pesado	165,87
UTE Geramar II	Térmica	2010	Óleo Pesado	165,87
UHE Estreito	Hidráulica	2012	Água	1.092,96
UTE Parnaíba I	Térmica	2013	Gás Natural	518,80
UTE Parnaíba II	Térmica	2013	Gás Natural	337,74
UTE Parnaíba III	Térmica	2013	Gás Natural	337,74
UTE Parnaíba IV	Térmica	2013	Gás Natural	234,45
UTE Porto do Itaqui	Térmica	2013	Carvão Mineral	360,00
UTE ALGAR	Térmica	2014	Biomassa (cana)	17,00
UTE Suzano	Térmica	2014	Biomassa (eucalipto)	354,84
Complexo Eólico Paulino Neves	Eólica	2017	Vento	328,80
Total				3.914,07

Fonte: ONS (2019).

Tabela 2 – Energia eólica gerada no SIN em GWh

Conjunto Paulino Neves (Eólica)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Total (GWh)
2017	0	0	0	0	0	0	631,65
	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
	13	93	132,12	135,72	135,72	122,09	
2018	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Total (GWh)
	88,95	38,16	154,37	29,98	40,07	77,21	1.128,28
	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
	93,51	124,59	141,08	127,09	136,17	77,11	

Fonte: ONS (2019).

Tabela 3 – Estimativa na OIEE nacional até 2027

Fonte	2017 (produzido)	2027 (estimado)	Variação	Período	Incremento
	TWh (Terawatt- hora)	TWh (Terawatt- hora)			
Eólica	42	102	(+) 143%	10 anos	14,3% a.a. médio

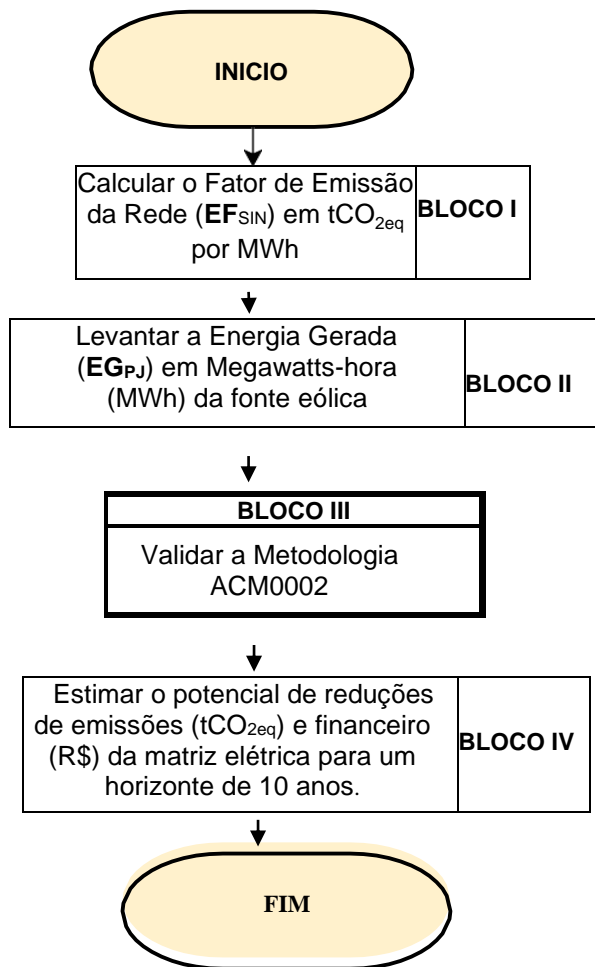
Fonte: adaptada pelo autor de EPE (2017).

3 METODOLOGIA

Os procedimentos adotados neste trabalho consistiram em duas partes: na primeira, uma pesquisa qualitativa realizada a partir do levantamento de dados bibliográficos em artigos, dissertações, teses, relatórios técnicos, legislações, sítios eletrônicos, entre outros documentos acerca do tema central; e a segunda,

quantitativa, na qual foi estimado o potencial das reduções de emissões (ER) de CO_{2eq} (dióxido de carbono equivalente) oportunizadas pelo crescimento da energia eólica na matriz elétrica maranhense, em um horizonte de 10 (dez) anos, conforme dados do Plano Decenal de Expansão de Energia 2027. Para tanto, foi elaborado um fluxograma (Figura 3) das ações quantitativas propostas neste procedimento metodológico.

Figura 3 – Fluxograma



Fonte: produção do próprio autor.

4 RESULTADOS, ANÁLISE E DISCUSSÃO

4.1 Resultados do Bloco I

Na Tabela 4, são apresentados os Fatores de Emissões de Margem de Operação (*Operating Margin – OM*) e de Margem de Construção (*Building Margin – BM*), retirados do sítio eletrônico do MCTIC após seus valores serem calculados por algoritmos avançados da ONS (CGEE, 2010).

Observamos na Tabela 4 que o Fator de Emissão da Margem de Construção ($EF_{grid,BM}$) teve um crescimento, em 2018, de quase cinquenta vezes (50x) o seu valor em 2017. Esta diferença reflete a intensidade das emissões de CO₂ das usinas construídas no período de 1 (um) ano (CGEE, 2010). Neste caso, o reflexo do crescimento é positivo para o Meio Ambiente, haja vista que quanto maior o parâmetro “ $EF_{grid,BM}$ ”, maior serão as reduções nas emissões estimadas na equação (4).

Tabela 4 – Fatores de emissões em tCO_{2eq}/MWh

PARÂMETRO	2017	2018
$EF_{grid,OM}$	0,5882	0,5390
$EF_{grid,BM}$	0,0028	0,1370

Fonte: MCTIC (2019).

Na Tabela 5, são apresentados os pesos a serem aplicados ao tipo de projeto proposto.

Tabela 5 – Os pesos

PARÂMETRO	Projetos Eólicos
WOM	0,75
WBM	0,25

Fonte: ACM0002 (2018).

Como visto na subseção 2.3.1, os valores dos parâmetros WOM e WBM ponderam a

influência de cada uma das margens consideradas nos Fatores de Emissões. Valores diferentes dos apresentados na Tabela 5 podem ser usados, contanto que $WOM + WBM = 1$. No caso específico de projetos eólicos, os valores padronizados são os inseridos na Tabela 5 (CGEE, 2010).

Para executar o Bloco I, é aplicado os valores das Tabelas 4 e 5 na equação (2) (Subseção 2.3.1). Seguem abaixo os resultados dos Fatores de Emissões para os anos de 2017 e 2018.

$$EF_{SIN,2017} = [EF_{grid,OM} \times WOM] + [EF_{grid,BM} \times WBM] = [0,5882 \times 0,75] + [0,0028 \times 0,25] \Rightarrow EF_{SIN,2017} = 0,4419 \text{ tCO}_{2eq}/\text{MWh}$$

$$EF_{SIN,2018} = [EF_{grid,OM} \times WOM] + [EF_{grid,BM} \times WBM] = [0,5390 \times 0,75] + [0,1370 \times 0,25] \Rightarrow EF_{SIN,2018} = 0,4385 \text{ tCO}_{2eq}/\text{MWh}$$

4.2 Resultados do Bloco II

Na Tabela 6, é exposta a energia gerada ($EG_{PJ,y}$) pelos empreendimentos eólicos que fazem parte da matriz elétrica maranhense.

Como observado na Tabela 6, trata-se de empreendimento único. Esta planta eólica passou a injetar energia no SIN em meados de 2017 e, de forma gradual, até dezembro de 2017, começou a produzir a plena carga (ONS, 2019).

4.3 Resultados do Bloco III

A partir dos dados de geração do Bloco II (Tabela 6) e dos Fatores de Emissões do SIN, calculados no Bloco I, foram determinados os valores de reduções nas emissões de dióxido de carbono realizados pela operação do Conjunto Eólico Paulino Neves, durante os anos de 2017 e 2018. Para tanto, utilizou-se da equação (4) da subseção 2.3.3.

Tabela 6 – Energia gerada ($EG_{PJ,y}$) no SIN pelas fontes elegíveis na ACM0002

FONTE	EMPREENHIMENTO	ENERGIA GERADA (MWh)	ANO
Eólica	Conj. Paulino Neves (Delta 3)	631.650	2017
		1.128.280	2018

Fonte: adaptada de ONS (2019).

$$ER_{,2017} = EG_{PJ,2017} \times EF_{SIN,2017} = 631.650 \text{ MWh} \times 0,4419 \text{ tCO}_{2eq}/\text{MWh} \Rightarrow ER_{,2017} = 279.126 \text{ tCO}_{2eq}$$

$$ER_{,2018} = EG_{PJ,2018} \times EF_{SIN,2018} = 1.128.280 \text{ MWh} \times 0,4385 \text{ tCO}_{2eq}/\text{MWh} \Rightarrow$$

$$ER_{,2018} = \mathbf{494.751 \text{ tCO}_{2eq}}$$

O Conjunto Eólico Paulino Neves localizado entre os municípios de Barreirinhas e Paulino Neves, no Maranhão, já faz parte do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) do âmbito das Nações Unidas. O projeto Delta 3 foi proposto por meio de um Programa de Atividade (PoA) da Omega Energia, cujo objetivo visava captar recursos no Mercado de Carbono em sete anos

para subsidiar parte dos R\$ 1,536 bilhões investidos na instalação (Figura 4) das oito unidades eólicas de 27,60 MW (cada). Além disso, a entidade administradora do programa (Omega Energia Renovável S.A.) pretende contribuir para a sustentabilidade ambiental, social e econômica da região (CPADD, 2017).

Figura 4 – Vista panorâmica das unidades eólicas do complexo Delta 3



Fonte: GEMA (2017).

No projeto, foi estimada uma redução de 3.813.495 tCO_{2eq} (Tabela 7) nas emissões do Sistema Interligado Nacional (SIN), com a injeção de 1.150.363 MWh/ano na rede. A metodologia usada pela entidade coordenadora do programa, para projetar esses valores, foi a ACM0002 (CPADD, 2017).

Portanto, a partir dos dados da Tabela 7, foi possível comparar (Tabela 8) os valores estimados pela Omega Energia Renovável S.A, quando este grupo empresarial ainda apresentava o projeto na Etapa I do Ciclo MDL (seção 2.1), versus os valores reais de redução de emissões calculados, neste artigo, com a entrada em operação dos Aerogeradores do Complexo Eólico Delta 3 durante os anos 2017 e 2018 e, assim, validar a metodologia ACM0002.

Como é possível observar na Tabela 8, há

uma diferença de apenas 4,23% entre a redução proposta e aquela efetivamente verificada, o que demonstra o quanto a metodologia ACM0002 é precisa, levando-se em conta a complexidade operativa do Sistema Interligado Nacional (SIN).

4.4 Resultados do Bloco IV

De posse do valor real de produção eólica, para o Estado do Maranhão, aplicou-se o crescimento energético médio de 14,3% a.a. como previsto no Plano Decenal de Expansão de Energia 2027 (Gráfico 3).

Para cada valor anual de geração eólica estimado, foi determinada a redução de emissões de dióxido de carbono equivalente utilizando-se da equação (4) da subseção 2.3.3. Na Tabela 9, são apresentadas todas essas reduções até

2027.

Como pode ser visto na Tabela 9, foi preciso abater as emissões já realizadas, bem como as estimadas pelo complexo eólico Delta 3, considerando a atual carga instalada, a fim de que se possa evitar duplicidade na apuração.

Este volume de 6,20 milhões de toneladas equivalente de dióxido de carbono ($\text{MtCO}_{2\text{eq}}$) a menos na atmosfera em 10 anos poderá proporcionar emissões mínimas de Gases de Efeito Estufa (Tabela 10) provenientes da Matriz Elétrica Maranhense.

Tabela 7 – Reduções de emissões (ER) propostas na Etapa I do chamado ciclo de projeto MDL (seção 2.1) pelo Empreendimento Maranhense Complexo Eólico Delta 3

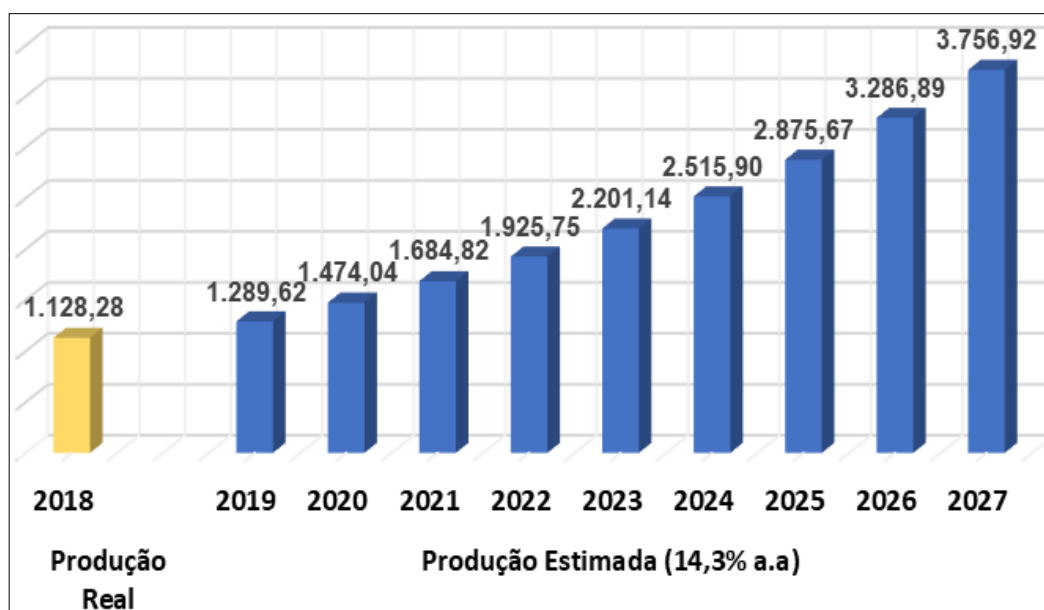
ANO	Fator de Emissão do SIN de 2015 (tCO_2/MWh)	Redução de Emissão (tCO_2)
	EF_{SIN}	
2017 (6 meses)	0,4823	253.169,00
2018	0,4823	554.856,00
2019	0,4823	554.856,00
2020	0,4823	554.856,00
2021	0,4823	554.856,00
2022	0,4823	554.856,00
2023	0,4823	554.856,00
2024 (6 meses)	0,4823	231.190,00
Total		3.813.495,00
Período de participação no programa	7 anos	
Reduções médias estimadas por ano (toneladas de $\text{CO}_{2\text{eq}}$)	544.785,00	

Fonte: CPADD (2017).

Tabela 8 – Validação da metodologia ACM0002

Etapa do Ciclo MDL	Empreendimento	Delta 3	Fonte	Eólica	
	Ano	Redução de Emissão (ER)		Dif. (%)	Dif. acum (%)
Projeto Proposto (estimado)	2017	253.169 $\text{tCO}_{2\text{eq}}$		+ 4,29%	- 4,23%
Verificação (dados reais)		279.126 $\text{tCO}_{2\text{eq}}$			
Projeto Proposto (estimado)	2018	554.856 $\text{tCO}_{2\text{eq}}$		- 10,83%	
Verificação (dados reais)		494.751 $\text{tCO}_{2\text{eq}}$			

Fonte: elaborada pelo autor.

Gráfico 3 – Estimativa de produção eólica em GWh no Maranhão até 2027


Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 9 – Reduções de emissões estimadas para a geração eólica

ANO	Estimado de Energia Gerada (MWh)	Fator de Emissão SIN de 2018 (tCO ₂ /MWh)	Redução de Emissão (tCO _{2eq})	Abater das Reduções de Emissão do Delta 3 (tCO _{2eq})	Saldo das Reduções de Emissões (tCO _{2eq})
	EG	EF _{SIN}	ER = EG x EF _{SIN}		
2019	1.289.621	0,4385	565.499	554.856	10.643
2020	1.474.036	0,4385	646.365	554.856	91.509
2021	1.684.823	0,4385	738.795	554.856	183.939
2022	1.925.753	0,4385	844.443	554.856	289.587
2023	2.201.136	0,4385	965.198	554.856	410.342
2024	2.515.898	0,4385	1.103.221	231.190	872.031
2025	2.875.672	0,4385	1.260.982		1.260.982
2026	3.286.893	0,4385	1.441.303		1.441.303
2027	3.756.919	0,4385	1.647.409		1.647.409
				Total	6,20 MtCO _{2eq}

Fonte: elaborado pelo autor.

Caso esse montante de reduções de emissões calculadas fosse negociado no mercado internacional de carbono (Gráfico 4), poderia render um valor de R\$ 403 milhões (quatrocentos e três milhões de reais), considerando a cotação média de 15 (quinze) euros para cada tonelada equivalente de dióxido de carbono (€15,00/tCO_{2eq}), ou de sessenta e cinco reais por tonelada de carbono (R\$ 65,00/tCO_{2eq}) quando foi convertido no mês de

fevereiro de 2019.

Na Tabela 11, é mostrada a diluição desse valor financeiro em um horizonte de nove anos, considerando a cotação atual do crédito de carbono.

Como observado na Tabela 11, os valores financeiros são elevados, ainda mais quando estimados a partir do potencial energético de um único empreendimento renovável (Complexo Eólico Delta 3). Somente com a sua carga

instalada, operando atualmente, a Omega Geração, proprietária do Delta 3, poderá obter até 248 milhões de reais em 7 (sete) anos (2017 a 2024) no Mercado de Carbono, sem contar os valores advindos das possíveis renovações (pondendo ser de até duas vezes). Esse valor

corresponde a 16,14% do total investido no empreendimento, que foi de 1,536 bilhões de reais, ou, ainda, quase 7 (sete) vezes superior aos custos operacionais que foram estimados pela Omega Geração em 37 milhões de reais em 20 anos (CPADD, 2017).

Tabela 10 – Emissão na matriz elétrica Maranhense

STATUS	2017	2027
Emissões da Matriz Elétrica do Maranhão considerando todo o conjunto de fontes (principalmente as fósseis)	5,53 MtCO _{2eq} ^{*1}	7,80 MtCO _{2eq} ^{*2 *3}
Total de reduções estimadas nas emissões proporcionadas pelo incremento das Eólicas e Hidráulicas	-	- 6,20 MtCO _{2eq}
SALDO DAS EMISSÕES DE GEE		1,6 MtCO_{2eq}
<p>*1 Dados da SEEG (2019). *2 Estimado com base no crescimento médio de 4,1% a.a., de 2018 a 2027, das diversas fontes energéticas (inclusive as de origens fósseis) na matriz elétrica brasileira (EPE, 2017). *3 Limitações: no caso das fontes fósseis, estas têm metodologia de cálculos de emissões de linha base, e de projeto, bem mais complexa do que a ACM0002 (UNFCCC, 2019). Contudo, todas estas metodologias padronizadas apresentam relação direta entre produção e emissões de CO_{2eq}.</p>		

Fonte: elaborada pelo autor (SEEG, 2019; UNFCCC, 2017).

Gráfico 4 – Cotação do crédito de carbono



Fonte: INVESTING (2019).

Tabela 11 – Estimativas financeiras

ANO	Redução de Emissão (tCO _{2eq})	R\$ 65/tCO _{2eq}
2019	10.643	R\$ 0,69 Mi
2020	91.509	R\$ 5,94 Mi
2021	183.939	R\$ 11,77 Mi
2022	289.587	R\$ 18,82 Mi
2023	410.342	R\$ 26,67 Mi
2024	872.031	R\$ 56,68 Mi
2025	1.260.982	R\$ 81,96 Mi
2026	1.441.303	R\$ 93,68 Mi
2027	1.647.409	R\$ 107,08 Mi
Total	6,20MtCO_{2eq}	R\$ 403 Mi

Fonte: produzida pelo autor.

5 CONCLUSÃO

O trabalho envolveu o desenvolvimento de um fluxograma com a premissa de responder aos objetivos propostos em duas escalas (tCO_{2eq} e R\$). No primeiro resultado, verificou-se um potencial de redução de 6,20 milhões de toneladas equivalente de dióxido de carbono (MtCO_{2eq}) de emissões de GEEs na atmosfera até o ano de 2027, oportunizado pelo crescimento da fonte eólica no Estado do Maranhão. No segundo resultado, o volume estimado financeiro foi de R\$ 403 milhões de reais em possíveis incentivos para os agentes econômicos que apresentarem projetos no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) até 2027, ou, ainda, que desejem a ampliação dos seus atuais empreendimentos instalados no Maranhão.

Este estudo apresenta uma limitação devido à falta de relatórios técnicos no nível local. Todas as estimativas de crescimento energético regional levaram em conta os dados de crescimento médio nacional disponibilizados por trabalhos da Empresa de Pesquisa Energética (EPE).

Apesar da limitação identificada, os dados utilizados possibilitam uma boa aproximação nos resultados, haja vista que as médias de crescimento energético projetadas pelo Plano Decenal de Expansão de Energia 2027 são relativos aos empreendimentos que virão a ser conectados no Sistema Interligado Nacional (SIN), ou seja, justamente os integrantes da Matriz Elétrica Maranhense.

Para complemento desta pesquisa, sugere-se sua extensão a novos estudos que possam aferir o potencial para a redução de emissões, concomitantemente ao potencial financeiro,

oportunizada pelo crescimento das fontes de biomassa (bagaço da cana e eucalipto), ou de fontes menos intensivas que o óleo combustível, como o gás natural, nas usinas térmicas que fazem parte da matriz energética Maranhense.

Por fim, este estudo vem contribuir com informações relevantes para melhor embasar as políticas públicas nacionais e locais de fomento ao setor energético renovável e para o incremento dos benefícios gerados por projetos MDL. Dada a relevância do tema, considera-se que muito há ainda que se percorrer no campo da investigação nesta área, sendo, portanto, uma ampla seara de trabalho para outros pesquisadores.

REFERÊNCIAS

ACM0002. **Large-scale consolidated methodology:** grid-connected electricity generation from renewable sources. Versão 10.1. 2018. Disponível em: <<https://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/VJI9AX539D9MLOPXN2AY9UR1N4IYGD>>. Acesso em: 6 jun. 2019.

CGEE. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Mudança Climática e projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).** Manual de Capacitação. Edição revista e atualizada. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações (MCTIC). Brasília, 2010.

_____. **Omega wind power plants programme of activities:** Delta 3 wind power plant cpa. Versão 2.1. 2017. Disponível em: <<https://cdm.unfccc.int/ProgrammeOfActivities/cpadb/3SGRMYZU164Q2PI8B0JAK9NDX7WC5H/view>>. Acesso em: 22 abr. 2019.

DECLARAÇÃO DA CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O MEIO AMBIENTE HUMANO. 21ª reunião plenária. **Declaração de Estocolmo**.1972. Disponível em: <http://apambiente.pt/_zdata/Políticas/DesenvolvimentoSustentavel/1972_Declaracao_Estocolmo.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2020.

DIXON, T.; LEAMON, G.; ZAKKOUR, P.; WARREN, L. CCS Projects as Kyoto Protocol CDM Activities. **Energy Procedia**, [s.l.], v. 37, p. 7596-7604, 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.egypro.2013.06.704>.

DUQUE, E.; GONZÁLEZ, J.; RESTREPO, J. The Clean Development Mechanism as a means to assess the Kyoto Protocol in Colombia. **International Journal Of Renewable Energy Research**, Colombia, p. 80-126. mar. 2017. Disponível em: <www.ijrer.org>. Acesso em: 1 jun. 2019.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE) 2027**. 2017. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-decenal-de-expansao-de-energia-pde>>. Acesso em: 23 mar. 2019.

ESPARTA, A. R. J.; NAGAI, K. M. **Experiências e lições do MDL no setor de energia**. IPEA. 2018.

GEMA. Governo do Estado do Maranhão. Início. **Ações do Governo**. Desenvolvimento. Investimento em energia gerada pelo vento no Maranhão é destaque na mídia nacional. 2017. Disponível em: <<http://www.ma.gov.br/agenciadenoticias/developimento/investimento-em-energia-gerada-pelo-vento-no-maranhao-e-destaque-na-midia-nacional>>. Acesso em: 03 jun. 2019.

GÓES, M. de F. B.; ANDRADE, J. C. S.; SILVA, M. S. Projetos de MDL de energia eólica no nordeste do Brasil: perfil e co-benefícios declarados. **Revista de Gestão Social Ambiental (RGSA)**, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 71-89, mai. 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.24857/rgsa.v12i2.1477>>. Acesso em: 6 jul. 2019.

HAMRICK, K. **Unlocking potential state of the voluntary carbon markets**. Washington: Forest Trends, 2017. 52 p. Disponível em: <https://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/2017/07/doc_5591.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2019.

ICE. Intercontinental Exchange. **About us**. Disponível em: <<https://www.theice.com/index>>. Acesso em: 26 mar. 2019.

INVESTING. **Créditos de carbono futuros dados históricos**. Fusion Media. Disponível em: <[https://br.investing.com/commodities/carbon-](https://br.investing.com/commodities/carbon-emissions-historical-data#)

[emissions-historical-data#](https://br.investing.com/commodities/carbon-emissions-historical-data#)>. Acesso em: 02 fev. 2019. LAZARO, L. L. B.; GREMAUD, A. P. Contribuição para o desenvolvimento sustentável dos projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo na América Latina. **Revista O&S**, UFBA, Salvador v. 24, n. 80, p. 53-72, jan./mar. 2017.

MCTIC. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo**: guia de orientação. 2009. p. 32-33. Disponível em: <<https://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/arquivos/publicacao/clima/205947.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2019.

_____. **Status dos projetos do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no Brasil**. 2016. Disponível em: <<https://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/ciencia/SEPED/clima/arquivos/status.mdl/Status-janeiro-2016.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2019.

_____. **Método da análise de despacho**. Fatores de emissão da margem de operação pelo método da análise de despacho. Disponível em: <http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPE/D/clima/textogeral/emissao_despacho.html>. Acesso em: 8jun. 2019.

MICHAELOWA, A. Opportunities for and alternatives to Global Climate Regimes Post-Kyoto. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 40, p. 395-417, 2015.

MONTEIRO, M. K. D.; NETO, J. A. de S.; VIEIRA, A. S. Measurement and disclosure of carbon credits: a case study on Granja Paraíso, Minas Gerais – Brazil. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA)**, Eletrônica, v. 6, n. 2, p.45-66, nov. 2018. Disponível em: <<https://portalseer.ufba.br/index.php/gesta/article/download/24887/16704>>. Acesso em: 06 jul. 2019.

OLIVEIRA, A. S. de.; MIGUEZ, J. D. G.; ANDRADE, T. C. M. de A. **A convenção sobre mudança do clima e o seu protocolo de Quioto como indutores de ação**. BRASÍLIA: IPEA, 2018. 426 p.

ONS. Operador Nacional do Sistema. **Conhecimento**: acervo digital. documentos e publicações. Disponível em: <<http://ons.org.br/paginas/conhecimento/acervo-digital/documentos-e-publicacoes>>. Acesso em: 13 jun. 2019.

ROCHA, M. da S.; PAIANO, D. B. O Protocolo de Quioto e a nova proposta para Quioto 2. In: CONGRESSO NACIONAL DO CONPEDI, 18., 2009, São Paulo-SP. **Anais...** São Paulo: Fundação

BOITEUX , 2009. p. 2857.

SEINC-MA. Secretaria de Indústria e Comércio do Maranhão. **Energia Renovável**. 2018. Disponível em: <<http://www.seinc.ma.gov.br/areas-de-atuacao/energia-renovavel/>>. Acesso em: 10 jan. 2019.

SEEG. Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa. **Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa**. Observatório Nacional. Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). Disponível em: <plataforma.seeg.eco.br>. Acesso em: 15 fev. 2019.

SERENO, A. Quo Vadis “Europa Verde”? A política de ambiente da União Europeia e o combate às alterações climáticas. Análise Europeia. **Revista da Associação Portuguesa de Estudos Europeus**, v. 3, n. 5, p. 123-149, 2018.

UNFCCC. United Nations Framework Convention On

Climate Change . Clean Development Mechanism (CDM). **CDM Methodology Booklet**. Ninth Edition. 2017. Disponível em: <<https://cdm.unfccc.int/methodologies/index.html>>. Acesso em: 23 mar. 2019.

_____. **Clean Development Mechanism (CDM)**. Disponível em: < <https://cdm.unfccc.int/>>. Acesso em: 23 mar. 2019a.

_____. **FCCC/KP/CMP/2005/8/ADD.1**. Resources. Disponível em: <<https://cdm.unfccc.int/Reference/COPMOP/08a01.pdf>>. Acesso em: 03 jun. 2019b.

VIEIRA, A. S.; NETO, J. A. de S.; SARMENTO, R. C. S. S.; VIEIRA, A. S. Evaluation and measurement of carbon credits: A case study in the pig pndustry sector company BRF - Brazil Foods S.A. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v. 6, n. 2, p. 27-44, 2018.