



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Faculdade de Engenharia Mecânica

ELISA DA COSTA GUIDA

Evolução, Desafios e Tendências dos Créditos de Carbono da Geração Elétrica a partir de Fontes Renováveis

CAMPINAS
2018

ELISA DA COSTA GUIDA

Evolução, Desafios e Tendências dos Créditos de Carbono da Geração Elétrica a partir de Fontes Renováveis

Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Mestra em Planejamento de Sistemas Energéticos.

Orientadora: Profa. Dra. Carla Kazue Nakao Cavaliero

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELA ALUNA ELISA DA COSTA GUIDA, E ORIENTADA PELA PROFA. DRA. CARLA KAZUE NAKAO CAVALIERO.

ASSINATURA DO(A) ORIENTADOR(A)

CAMPINAS
2018

Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s): CNPq, 131485/2018-0

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Área de Engenharia e Arquitetura
Luciana Pietrosanto Milla - CRB 8/8129

G941e Guida, Elisa da Costa, 1988-
Evolução, desafios e tendências dos créditos de carbono da geração elétrica a partir de fontes renováveis / Elisa da Costa Guida. – Campinas, SP : [s.n.], 2018.

Orientador: Carla Kazue Nakao Cavaliero.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica.

1. Créditos de carbono. 2. Energia elétrica. 3. Fontes renováveis. I. Cavaliero, Carla Kazue Nakao, 1971-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Mecânica. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Evolution, challenges and trends of carbon credits from electricity generation from renewable sources

Palavras-chave em inglês:

Carbon credits

Electric power

Renewable sources

Área de concentração: Planejamento de Sistemas Energéticos

Titulação: Mestra em Planejamento de Sistemas Energéticos

Banca examinadora:

Carla Kazue Nakao Cavaliero [Orientador]

Carlos Roberto Sanquetta

Arnaldo César da Silva Walter

Data de defesa: 30-07-2018

Programa de Pós-Graduação: Planejamento de Sistemas Energéticos

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA

COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO ACADEMICO

Evolução, Desafios e Tendências dos Créditos de Carbono da Geração Elétrica a partir de Fontes Renováveis

Autora: Elisa da Costa Guida

Orientadora: Profa. Dra. Carla Kazue Nakao Cavaliero

A Banca Examinadora composta pelos membros abaixo aprovou esta Dissertação:

Profa. Dra. Carla Kazue Nakao Cavaliero
Universidade Estadual de Campinas

Prof. Dr. Carlos Roberto Sanquetta
Universidade Federal do Paraná

Prof. Dr. Arnaldo Cesar da Silva Walter
Universidade Estadual de Campinas

A Ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no processo de vida acadêmica do aluno.

Campinas, 30 de Julho de 2018

Em memória da minha querida tia Luciete.

Agradecimentos

A realização deste trabalho necessita de uma série de agradecimentos. Primeiramente, aos meus queridos pais, Delmer e Vera, pelo amor e suporte incondicional concedidos nesta etapa, assim como em toda a minha existência. Também aos meus irmãos Chris, Pedro e Leandro, além dos meus amados sobrinhos Lucas, Gabriel e Juliana, sendo toda a minha família alicerce fundamental para as minhas realizações. Ao meu querido Bruno, pelo apoio e carinho constantes e essenciais para a manutenção do meu estado de espírito durante toda essa caminhada.

Um agradecimento especial à Carla, minha orientadora, por toda a atenção, esforço, compreensão e motivação no processo de orientação, sem nunca deixar de lado as aflições e experiências pessoais ocorridas durante a realização do trabalho. Aos colegas do Programa de Planejamento de Sistemas Energéticos, pela convivência e troca de experiências, em especial às amigas Marjorie e Daniela, sempre companheiras durante esse tempo e ao amigo de longa data Rafael, pelos bate-papos e inspirações.

Muita gratidão às queridas amigas e sócias, Bianca, Carol e Priscila, por me proporcionarem tranquilidade para finalizar este trabalho, cuidando com carinho de nossa consultoria em minha ausência, além de todo o apoio e motivação oferecidos. Aos demais amigos, pela torcida e energia positiva enviadas, em atenção à Priscila, Carina, Sânia, Luciano, Natália, Dani, Neto, Amanda e todos que me ajudaram durante esse processo. Também às queridas primas-irmãs Mônica e Naima.

Aos membros da banca, Profs. Arnaldo e Carlos, pela disponibilidade e contribuição com mais essa etapa da minha vida.

Ao CNPq, pela bolsa concedida durante a fase final deste trabalho.

A todos que de alguma forma se fizeram presentes, meu eterno agradecimento.

Resumo

As mudanças climáticas consistem em temática central para a humanidade, tornando necessária a cooperação internacional em busca da mitigação de emissões de gases de efeito estufa. Certificados transacionáveis de redução de emissões vêm sendo utilizados para esse propósito, inclusive de atividades da geração de eletricidade a partir de fontes renováveis de energia. O presente estudo objetivou avaliar os mercados internacionais para créditos de carbono dessas atividades, considerando o âmbito regulado do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) e o mercado voluntário de carbono, no Brasil e no mundo. Resultados de registros de projetos entre 2005 a 2018 mostraram a relevância das atividades pesquisadas, sendo os empreendimentos hidrelétricos e eólicos os principais em número de projetos registrados. Foi observado o decaimento do número de registros após 2012 para o MDL devido à diminuição da demanda pelo Comércio de Emissões Europeu e aos preços reduzidos decorrentes de incertezas e problemas de credibilidade dos mecanismos do Protocolo de Quioto. O mercado voluntário, embora com menor número de projetos, vem praticando melhores valores, inclusive recebendo projetos do MDL. Os principais desafios observados foram a pouca distribuição quanto ao país de origem do projeto, a consideração de impactos socioambientais e cobenefícios, a demonstração de adicionalidade, a supervisão de dupla contabilização e titularidade e a coexistência de certificados de energia renovável. Com base nesses desafios a análise de tendências realizada identificou possíveis mercados levando em consideração a implantação do novo mecanismo de mercado (NMM) previsto no Acordo de Paris; iniciativas regionais, nacionais e subnacionais; e iniciativas voluntárias, tanto no âmbito mundial quanto brasileiro. Os resultados indicaram que a maior perspectiva de demanda para o MDL, ao menos no curto prazo, refere-se à sua aceitação pelo NMM. Iniciativas regionais, nacionais e subnacionais, embora crescentes, podem permanecer optando pelo uso de créditos domésticos, reduzindo a demanda internacional. Iniciativas voluntárias deverão continuar a existir, principalmente da demanda corporativa, todavia, poderão ser insuficientes para acolher os créditos disponíveis. No caso do Brasil, a demanda pelos créditos de carbono pode vir de um comércio nacional, ainda em discussão. Sem a consolidação do NMM do Acordo de Paris, o mercado voluntário poderá receber mais projetos, incluindo os transferidos do MDL. Ao final, independentemente do contexto, são esperadas regras mais restritas e maior supervisão do processo de certificação. Sem uma sinalização clara de demanda, o desenvolvimento de novos projetos deverá continuar reduzido, além da possibilidade de migração para outras estratégias, como a obtenção de certificados de energia renovável.

Abstract

Climate change is a main issue for humankind, making international cooperation necessary for mitigation of greenhouse gas emissions. Emission reduction tradable certificates have been used for this purpose, including those from renewable electricity generation. This paper aimed to assess the international markets for carbon credits from electricity generated from these resources, considering the Clean Development Mechanism (CDM) regulated market and the voluntary market, both in Brazil and in the world. Results of projects registrations between 2005 and 2018 showed the relevance of the activities researched, with hydroelectric and wind projects being the main number of registered projects. A decrease in the CDM registration numbers after 2012 was observed due to a reduced demand from the European Union Emission Trading Scheme and falling prices due to uncertainties and problems with the Kyoto Protocol mechanisms credibility. The voluntary market, although with a smaller number of projects, has offered better rates, even receiving some of CDM projects. The main challenges noted were the low distribution regarding a project's country of origin, the evaluation of social-environmental impacts and co-benefits, the demonstration of additionality, the double counting and ownership supervision and the co-existence of renewable energy certificates. Based on these challenges, trend analysis identified viable markets taking into account the implementation of the new market mechanism (NMM) provisioned in the Paris Agreement; regional, national and subnational initiatives; and voluntary initiatives, both on a global and Brazilian levels. Results indicated that the greater prospect of demand for CDM, at least in the short-term, refers to its acceptance by NMM. Regional, national and subnational initiatives, although growing, may still opt for the use of domestic credits, decreasing international demand. Voluntary initiatives should continue to exist, mainly from corporate demand, but might be insufficient to absorb the available credits. When it comes to Brazil the carbon credit demand can come from a national trade, still under discussion. Without the Paris Agreement NMM support, the voluntary market might get more projects, including those transferred from CDM. In conclusion, regardless of context, more stringent rules and greater oversight of the certification process are expected. Without clear signs of demand, the development of new projects will remain reduced, besides the possibility of migration to other strategies, such as obtaining renewable energy certificates.

Lista de Ilustrações

Figura 1 – Distribuição percentual das emissões globais de gases de efeito estufa por setor, para o ano de 2010, em tCO ₂ e	25
Figura 2 – Participação das diferentes fontes energéticas na geração elétrica mundial em 2014	26
Figura 3 - Participação das diferentes fontes energéticas na geração elétrica mundial -1971-2015	26
Figura 4 – Estimativas das emissões brasileiras de GEE de 1990 a 2015	27
Figura 5 – Participação por fonte na geração de eletricidade na matriz elétrica brasileira em 2015	28
Figura 6 – Evolução da operação de usinas de geração elétrica no Brasil, por potência instalada - dados de setembro de 2018	28
Figura 7 - Representação esquemática da transação de certificados de energia renovável dentro do mercado de energia.....	37
Figura 8 – Empreendimentos brasileiros registrados no IREC, em número de potência instalada - dados de março de 2018	39
Figura 9 - Ciclo de um projeto de créditos de carbono no MDL.....	50
Figura 10- Ciclo básico de um projeto de créditos de carbono no mercado voluntário	56
Figura 11 - Ranking dos dez países com maior participação em nº de projetos registrados de MDL para geração de eletricidade a partir de fontes renováveis - dados de abril de 2018.....	63
Figura 12 - Ranking dos dez países com maior participação em reduções anuais de GEE em projetos de MDL para geração de eletricidade a partir de fontes renováveis - dados de abril de 2018	63
Figura 13 – Nº de projetos registrados por ano no MDL (mundo) para geração de eletricidade, por fonte - dados de abril de 2018	65
Figura 14 – Somatório de reduções anuais estimadas dos projetos registrados por ano no MDL (mundo) para geração de eletricidade, por fonte - dados de abril de 2018 ⁵⁰	65
Figura 15 – Nº de projetos de MDL (mundo) registrados para a geração de eletricidade a partir de fonte renovável, por ano de registro - dados de abril de 2018	66
Figura 16 – Preços médios das reduções certificadas de emissão entre 2008 a 2017.	67
Figura 17 – Emissão de créditos do MDL - Dados de junho de 2018.....	68
Figura 18 – Percentual e nº total de projetos registrados no mercado voluntário no mundo (VCS, ACR e Gold Standard) por país - dados de abril de 2018	70
Figura 19 – Nº de projetos registrados, por fonte, no VCS, Gold Standard e ACR no mundo - dados de abril de 2018	71

Figura 20 – Histórico do volume de transação do mercado voluntário no mundo, em créditos e valores transacionados.....	72
Figura 21 – Volumes de transação de créditos de carbono no mercado voluntário mundial por fonte, em 2016.....	73
Figura 22 – Distribuição de projetos brasileiros registrados no MDL, por fonte, por ano de registro – dados de abril de 2018.....	80
Figura 23 – Distribuição de projetos brasileiro registrados no MDL, por fonte, por ano do início do período de crédito – dados de abril de 2018.....	81
Figura 24 – Nº de projetos brasileiros no MDL para geração de eletricidade a partir de fontes renováveis, por ano de registro - dados de abril de 2018.	83
Figura 25 - Projetos brasileiro registrados, por fonte, por registro do mercado voluntário – dados de abril de 2018.....	85
Figura 26- Projetos registrados por ano no mercado voluntário – Brasil - dados de abril de 2018.....	85
Figura 27 – Comparação das emissões totais do setor energético do Brasil e a geração de eletricidade entre 2005 a 2014.....	87
Figura 28 – Passos adotados para a análise de tendências	107

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Características dos certificados de energia renovável.....	36
Tabela 2 - Lista de plantas registradas na plataforma I-REC, por país.	38
Tabela 3 – Plantas registradas no I-REC, por tecnologia.	39
Tabela 4 - Emissão de certificados pelo Programa de Certificação de Energia Renovável brasileiro.	40
Tabela 5 – Resumo dos mecanismos instituídos pelo Protocolo de Quioto.....	43
Tabela 6 - Resumo dos comércios de emissões implementados no mundo.	47
Tabela 7 – Resumo de critérios para realização de projetos em registros voluntários de carbono.	57
Tabela 8 – Dados absolutos de nº de projetos reduções anuais previstas, por fonte, para o MDL.	64
Tabela 9 - Dados de projetos do VCS, Gold Standard e ACR.	69
Tabela 10 – Transações de créditos de carbono no mercado voluntário por país, em 2016. ...	74
Tabela 11 - Desempenho do VCS, ACR, Gold Standard e MDL no mercado voluntário, em 2016.	75
Tabela 12 - Parâmetros avaliados nos projetos de MDL brasileiros para a geração de eletricidade renovável.....	77
Tabela 13 – Resumo da análise dos projetos de MDL brasileiros para geração de eletricidade a partir de fonte renovável.....	78
Tabela 14 – Análise dos projetos de MDL certificados.	82
Tabela 15 - Dados de projetos do VCS, Gold Standard e ACR para o Brasil.....	83
Tabela 16 - Resumo da análise dos projetos brasileiros no mercado voluntário para geração de eletricidade a partir de fonte renovável.	84
Tabela 17 – Comparação da potência instalada de usinas com projetos de créditos de carbono com o total da potência instalada no Brasil, por fonte.....	86
Tabela 18 – Regulamentos para consideração de impactos socioambientais para projetos de MDL.	93
Tabela 19 - Resumo dos projetos registrados das usinas do PROINFA.	100
Tabela 20 - Comércios de emissões que aceitam a utilização de créditos de carbono a partir de geração elétrica de fontes renováveis de energia e suas condições.	113

Lista de Abreviaturas e Siglas

AAU – *Assigned Amount Units*

ABEEOLICA - Associação Brasileira de Energia Eólica

ABRACEEL - Associação Brasileira dos Comercializadores de Energia Elétrica

ABRAGEL - Associação Brasileira de Geração de Energia Limpa

ACR – *American Carbon Registry*

AFOLU – *Agriculture, Forestry and Other Land Use*

AIA – Avaliação de Impacto Ambiental

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

BIG - Banco de Informações de Geração

BIO – Usina de Biomassa

CCB - *Climate, Community and Biodiversity*

CCEE – Câmara de Comercialização de Energia Elétrica

CCER - *Chinese Certified Emission Reduction*

CCX - *Chicago Climate Exchange*

CDM – *Clean Development Mechanism*

CER – *Certified Emissions Reduction*

CFI - *Carbon Financial Unit*

CGH - Central de Geração Hidrelétrica

CIMGC – Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima

COP – *Conference of the Parties*

CQNUMC – Convenção Quadro das Nações Unidas Sobre Mudança do Clima.

DNA – *Designated National Authority*

DOE - *Designated Operational Entity*

ELETROBRAS - Centrais Elétricas Brasileiras S.A

ERU – Emissions Reduction Unit

EU-ETS - *European Union – Emissions Trading System*

GEE – Gás de Efeito Estufa

GWP – *Global Warming Potential*

ICE - *Intercontinental Exchange*

ICROA - *International Carbon Reduction and Offset Alliance*

INDC - *Intended Nationally Determined Contribution*

IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change*
IREC – *International Renewable Energy Certificate*
ITMO - *Internationally Transferred Mitigation Outcomes*
MCTI - Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação
MDL – Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
NMM – Novo Mecanismo de Mercado
ODS – Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
ONU – Organização das Nações Unidas
PCH – Pequena Central Hidrelétrica
PROINFA - Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
REC – *Renewable Energy Certificate*
RPO - *Renewable Purchase Obligation*
RPS – *Renewable Portfolio Standard*
SBSTA - *Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice*
SIN – Sistema Interligado Nacional
SIRENE – Sistema de Registro Nacional de Emissões
STF - Supremo Tribunal Federal
UFV – Usina Solar Fotovoltaica
UHE – Usina Hidrelétrica
UNFCCC – *United Nations Framework Convention on Climate Change*
VCS – *Verified Carbon Standard*
VER - *Verified Emission Reduction*

Substâncias Químicas

CO₂ – Dióxido de carbono
CO₂e – Dióxido de carbono equivalente
CFCs – Clorofluorcarbonetos
CH₄ – Metano
N₂O – Óxido nitroso
PFCs – Perfluorcarbonetos
HFCs – Hidrofluorcarbonetos
SF₆ – Hexafluoreto de enxofre

Unidades de Medida

GWh – Gigawatt-hora

MW – Megawatt

MWh – Megawatt-hora

t – tonelada métrica

Sumário

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 Objetivo Geral.....	19
1.2 Objetivos Específicos.....	19
1.3 Metodologia e Escopo da Pesquisa.....	20
1.4 Estrutura da Dissertação	21
2 O DEBATE AMBIENTAL E A TRANSIÇÃO PARA UMA ECONOMIA SUSTENTÁVEL.....	22
2.1 O Meio Ambiente e as Mudanças Climáticas	22
2.2 Energia Renovável para a Mitigação de Emissões de GEE.....	25
2.4 Instrumentos para Mitigação de Emissões.....	29
2.4 Globalização e a Busca Corporativa por Mitigação de Emissões	31
2.5 Outros Certificados a partir de Fontes Renováveis de Energia	33
2.6 Considerações finais	40
3 MERCADOS DE CRÉDITOS DE CARBONO	42
3.1 Contextualização.....	42
3.1.1 Mercado Regulado de Carbono	44
3.1.2 Mercado Voluntário de Carbono	54
3.2 Créditos de Carbono a Partir de Fontes Renováveis para Eletricidade	59
3.2.1 Metodologia para a construção da base de dados.....	59
3.2.2 Mundo.....	61
3.2.3 Brasil	75
3.3 Considerações Finais	88
4 DESAFIOS PARA OS MERCADOS DE CRÉDITOS DE CARBONO.....	90
4.1 Origem dos Projetos	90
4.2 Atributos Socioambientais	92
4.3 Adicionalidade	95
4.4 Dupla Contabilização e Titularidade.....	97
4.5 Intersecção com Certificados de Energia Renovável	102
4.6 Considerações Finais	104
5 ANÁLISES DE TENDÊNCIAS	107
5.1 Identificação dos Mercados	108

<i>5.1.1 M1: Mercado Internacional do Novo Mecanismo de Mercado do Acordo de Paris</i>	108
<i>5.1.2 M2: Mercado de Créditos de Carbono de Iniciativas Regionais, Nacionais e Subnacionais</i>	112
<i>5.1.3 M3: Mercado de Créditos de Carbono de Iniciativas Voluntárias</i>	114
5.2 Delimitação dos Casos	116
5.3 Avaliação das Tendências à Luz dos Desafios	116
<i>5.3.1 Origem dos créditos</i>	117
<i>5.3.2 Atributos socioambientais</i>	119
<i>5.3.3 Adicionalidade</i>	121
<i>5.3.4 Dupla contabilização e direito de propriedade</i>	123
<i>5.3.5 Intersecção com certificados de energia renovável</i>	125
5.4 Considerações Finais	127
6 CONCLUSÕES	129
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	132

1 INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas estão entre os principais desafios enfrentados pela humanidade, estando intimamente relacionadas com a capacidade de uma governança internacional, tendo em vista que seus efeitos têm repercussões mundiais.

A partir do reconhecimento da responsabilidade das ações humanas sobre os aumentos nas concentrações das emissões dos chamados gases de efeito estufa (GEE), o entendimento da necessidade de intervenção e a discussão em âmbito internacional culminaram na assinatura da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (CQNUMC¹), em 1992. Embora na época não tenham sido delimitadas com clareza as metas e as medidas de mitigação das emissões, a Convenção foi importante para fortalecer o contexto político mundial na temática.

Avanços nas discussões, através da realização de encontros entre os participantes da Convenção, possibilitaram a definição de responsabilidades, o estabelecimento de metas de redução e a instituição de mecanismos de flexibilização para permitir a mitigação de emissões de forma custo-efetiva, além de outras medidas.

Tais mecanismos, originados do Protocolo de Quioto, em 1997, reforçaram a importância da cooperação internacional a partir do momento em que envolveram países ao redor do mundo pelo objetivo comum da mitigação. O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL²) foi o principal representante desse esforço, possibilitando que países com metas estabelecidas investissem em países signatários do Protocolo, notadamente países em desenvolvimento ou menos desenvolvidos. Dentro do mecanismo, esse investimento seria realizado através da transação de certificados de redução de emissão, também conhecidos como créditos de carbono. Assim, estabeleceu-se um mercado internacional de carbono, criado com o intuito de atender às metas reguladas pelo Protocolo (GODOY e SAES, 2015).

A busca por mitigação também surgiu em um contexto Não-Quioto, principalmente a partir de empresas que se viram mais pressionadas a tratar de seus impactos em um contexto globalizado. Tais empresas passaram a receber cobranças de diferentes agentes da sociedade, como governos, organizações não governamentais e o mercado consumidor (KOLK e PINKSE, 2007), levando à formação e operação de um segundo mercado internacional de carbono, em

¹Em inglês, *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC).

² Traduzido do termo em inglês *Clean Development Mechanism*.

âmbito voluntário, disseminado em diversas iniciativas (COBERA, ESTRADA e BROWN, 2009).

Dentre as estratégias de mitigação visadas, o investimento em fontes renováveis de energia recebeu relevante protagonismo (IPCC, 2012), principalmente levando em consideração as constatações do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC³) acerca da expressiva contribuição da queima de combustíveis fósseis para os impactos observados, desde a publicação de seu primeiro relatório (1990) e estudos posteriores. Assim, escopos relacionados ao setor energético, principalmente referentes ao aproveitamento de energia renovável, foram delimitados, possibilitando a obtenção de créditos de carbono nesses segmentos.

A geração de energia elétrica a partir dessas fontes foi uma opção explorada pelos mercados (SPALDING-FECHER *et al*, 2012; CAMES *et al*, 2016), representando a possibilidade de diminuir a intensidade de carbono de um segmento fortemente respaldado pelos combustíveis fósseis (IEA, 2017), além de contribuir com o desenvolvimento econômico, acesso à energia, segurança energética e redução de outros impactos relacionados à saúde e meio ambiente (IPCC, 2012). Políticas direcionadas ao setor elétrico em alguns países em desenvolvimento e a conciliação dos interesses públicos e privados também foram importantes para que essas atividades deslanchassem no cenário de créditos de carbono, principalmente no âmbito do MDL (CAMES *et al*, 2016).

Os mercados de carbono, incluindo aqueles que possibilitam a transação de créditos de forma internacional, estão em operação principalmente desde 2005, com o início do MDL, e, gradualmente, com o surgimento das iniciativas voluntárias. Com um segundo período de comprometimento vigente até 2020, todavia enfraquecido, do Protocolo de Quioto, a discussão internacional direcionou-se ao estabelecimento de um novo Acordo, para entrada em vigor a partir de 2020. Isso aconteceu com a assinatura do Acordo de Paris em 2015 (UNFCCC, 2015a) e posterior ratificação em 2016 (UN, 2016) reafirmando o compromisso das nações pelo combate à mudança global do clima.

O Brasil é parte integrante desse contexto, com projetos de geração elétrica registrados tanto no MDL quanto em alguns organismos do mercado voluntário, além de ter participado ativamente nas discussões internacionais e ser signatário dos acordos climáticos até então implementados.

³ Do inglês, *Intergovernmental Panel on Climate Change*.

Ao longo dos anos, estudos foram desenvolvidos visando avaliar o desempenho dos mercados de créditos de carbono, principalmente referentes ao MDL (GODOY, 2009; BOSI, CANTOR e SPORS, 2010; NEUHOFF e VASA, 2011; SHISHLOV e BELLASSEN, 2012; BHATIA, 2012; GODOY e SAES, 2015) e, em menor escala, ao mercado voluntário (COBERA, ESTRADA e BROWN, 2009; BISORE e WALTER, 2012). Para o caso específico da geração elétrica, existe uma menor quantidade de informação sistematizada, com dados atualizados e a contextualização tanto no mercado regulado quanto no voluntário.

Assim, a compilação e avaliação dessas informações torna-se importante para analisar a adesão, resposta e tendências dos geradores de energia elétrica renovável nos respectivos mercados.

1.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é analisar as possíveis tendências dos mercados regulado e voluntário de créditos de carbono de projetos de geração de eletricidade a partir de fontes renováveis.

1.2 Objetivos Específicos

Os seguintes objetivos específicos foram delimitados para atingir o objetivo geral desta dissertação:

- Caracterizar, a partir de levantamento bibliográfico, os mercados de créditos de carbono no âmbito regulado e voluntário;
- Analisar, a partir de dados de projetos e certificações, a evolução dos mercados de créditos de carbono para geração de eletricidade a partir de fontes renováveis, nos âmbitos regulado e voluntário e nos cenários internacional e nacional;
- Identificar e analisar os principais desafios até então enfrentados para os projetos de créditos de carbono na geração de eletricidade a partir de fontes renováveis dentro dos mercados avaliados;

- Sinalizar possíveis tendências para os mercados de créditos de carbono provenientes da geração de eletricidade a partir de fontes renováveis no Brasil e no Mundo à luz dos desafios identificados.

1.3 Metodologia e Escopo da Pesquisa

O procedimento metodológico adotado para se alcançar os objetivos propostos consistiu fundamentalmente em pesquisa qualitativa, realizada a partir do levantamento de dados bibliográficos em artigos, livros, relatórios técnicos, legislações e outros documentos acerca do tema central estudado – mercado de créditos de carbono da geração de eletricidade a partir de fontes renováveis.

As avaliações das experiências internacionais e brasileira também foram realizadas a partir de análise de documentos e da compilação de dados disponibilizados em plataformas virtuais, como sistemas de registro de projetos de carbono.

A pesquisa se limitou à avaliação de mercados no âmbito internacional e de maior expressividade. Portanto, considerou-se no âmbito regulado, o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, e no âmbito voluntário, três organismos de registro com atuação: *Verified Carbon Standard* (VCS), *American Carbon Registry* (ACR) e *Gold Standard*. Em relação aos dados de projeto pesquisados, as informações foram obtidas conforme disponibilidade nos sistemas de registro de carbono selecionados datando de 2005 e obtidas até abril de 2018.

Para a construção da análise de tendências foram utilizadas informações compiladas da literatura e, posteriormente, avaliados os potenciais mercados à luz dos desafios apontados ao longo do trabalho.

1.4 Estrutura da Dissertação

Esta dissertação foi estruturada em seis capítulos. O Capítulo 1 (Introdução) apresentou a contextualização e justificativa do trabalho, bem como seus objetivos – geral e específicos – a metodologia e escopo e a estrutura. O Capítulo 2 consistiu em uma breve retomada de conceitos acerca da formação de mercados para a mitigação de emissões de GEE e do enquadramento da energia elétrica renovável, bem como dos certificados a ela atribuídos, nesse contexto. O Capítulo 3 abordou o mercado de créditos de carbono, tratando do seu contexto e estrutura no Brasil e no mundo, dos aspectos específicos nos âmbitos regulado e voluntário e da sua evolução considerando principalmente dados de projetos registrados. No Capítulo 4 foram analisados cinco desafios identificados nesses mercados: origem dos projetos, atributos socioambientais, adicionalidade de projetos, dupla contabilização e titularidade e intersecção de certificados de energia renovável. O Capítulo 5 apresentou uma análise de possíveis tendências para os créditos de carbono levando em consideração os desafios apontados diante de potenciais mercados. As conclusões e recomendações finalizaram o texto no Capítulo 6.

2 O DEBATE AMBIENTAL E A TRANSIÇÃO PARA UMA ECONOMIA SUSTENTÁVEL

Este capítulo visou embasar o entendimento da economia sustentável, proposta a partir do debate ambiental e dos instrumentos da política ambiental que contextualizam o cenário dos mercados ambientais, dentre eles o mercado de carbono.

2.1 O Meio Ambiente e as Mudanças Climáticas

Não há dúvida de que o desenvolvimento econômico é essencial para a evolução da sociedade e para a garantia de sua qualidade de vida. Por outro lado, existe hoje um entendimento de que o fator econômico, por si só, também não é suficiente para garantir essas condições. Por isso, é necessário considerar a capacidade de suprimento de recursos naturais e os impactos ambientais relacionados, como também os aspectos sociais. O equilíbrio destes três capitais – econômico, natural e social – fundamentam o desenvolvimento sustentável.

A trajetória do desenvolvimento sustentável tem suas origens na década de 1950, diante de preocupações surgidas do uso da energia nuclear (MACHADO, 2005); seguida pelas denúncias do uso de pesticidas e inseticidas, relatadas na obra “A Primavera Silenciosa”, de Rachel Carson, em 1963; e pela proposição de uma conferência mundial acerca da temática ambiental em 1968, após o acontecimento de chuvas ácidas sobre os países nórdicos. Esta foi realizada em 1972, em Estocolmo, no mesmo ano em que foi publicado o relatório “Os Limites do Crescimento” (MEADOWS *et al*, 1972), que alertou sobre a necessidade da desaceleração do crescimento industrial em países desenvolvidos e controle populacional em países em desenvolvimento. Na ocasião, a degradação ambiental foi discutida sob a perspectiva de configurar um impeditivo ao desenvolvimento e crescimento econômico, sendo, pela primeira vez, relacionada à pobreza, ou seja, passando a considerar a dimensão social e não somente ambiental (NASCIMENTO, 2012).

Mais de dez anos após a realização da conferência, a publicação do relatório intitulado “Nosso Futuro Comum”, que ficou conhecido como Relatório Brundtland⁴ (1987), teve como objetivo principal a proposição de uma agenda global capaz de conciliar a preservação do meio ambiente com o desenvolvimento econômico – a que se denominou desenvolvimento sustentável, definido como: “o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras em satisfazer suas próprias necessidades⁵”.

Um aspecto importante deste debate foi a constatação científica de que o aumento na concentração dos chamados gases de efeito estufa (GEE) estaria ocasionando uma elevação na temperatura média da atmosfera terrestre, resultando no derretimento de geleiras e consequente elevação dos níveis dos mares, o que incorreria em mudanças climáticas globais, conforme reportado no primeiro relatório do IPCC (1990). Essas alterações estariam intrinsicamente relacionadas às atividades antrópicas, como por exemplo, a queima dos combustíveis fósseis, que resultam em emissões de dióxido de carbono (CO₂) – principal gás de efeito estufa em termos de concentração.

Eventos importantes complementam a linha do tempo do debate ambiental, após a publicação dos estudos do IPCC e tomada de conhecimento sobre as mudanças climáticas. Dentre eles, a assinatura da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC), em 1992, durante a Rio-92⁶, quando países signatários se comprometeram a elaborar uma estratégia global para “*proteger o sistema climático para gerações presentes e futuras*” (PMBC, 2014). Posteriormente, durante as chamadas Conferências das Partes ou COPs (referindo-se às partes signatárias da Convenção-Quadro), que passaram a ocorrer periodicamente, metas e parâmetros para um possível acordo global passaram a ser discutidos até a determinação em 1997, com o estabelecimento do Protocolo de Quioto, que formalizou metas de redução de emissões para países historicamente poluidores⁷, denominados países do Anexo I.

Em 2012 foi realizada a Rio+20, convidando a comunidade global a debater sobre a realidade ambiental global e a relação entre desenvolvimento e meio ambiente, além de “*renovar o comprometimento das nações acerca do desenvolvimento sustentável, assegurando a promoção de futuro economicamente, socialmente e ambientalmente sustentável para o*

⁴ Devido à direção dos trabalhos pela ex-ministra norueguesa Gro Harlem Brundtland.

⁵ O conceito de desenvolvimento sustentável foi amplamente debatido pela literatura. Maiores informações podem ser encontradas em estudos de Nascimento (2012) e Sartori, Latrônico e Campos (2014).

⁶ Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, ocorrida na cidade do Rio de Janeiro, em 1992.

⁷ Com processos de industrialização mais antigos, consequentemente, tendo contribuído mais tempo com as emissões de GEE do que países em desenvolvimento.

planeta e para as gerações presentes e futuras” (UNFCCC, 1992, p. 4). Um dos temas centrais do evento foi a transição para uma economia verde no contexto do desenvolvimento sustentável e da erradicação da pobreza.

Embora a convocação a Rio+20 tenha sido um espaço importante para a discussão de possíveis avanços no contexto de uma economia sustentável, ela não previa a adoção de decisões de Estado, consistindo em uma Conferência de Revisão, ao contrário de uma Reunião de Cúpula, conforme ocorreu em Estocolmo em 1972 ou no próprio Rio de Janeiro em 1992. Com participação inferior à observada nos demais eventos mencionados⁸, a conferência terminou sem a clareza dos compromissos ou metas necessárias para concretizar o avanço do desenvolvimento sustentável (GUIMARÃES e FONTOURA, 2012).

Em 2015, foi estabelecida na sede da ONU, em Nova Iorque, a “Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável”, contendo um conjunto de 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) que englobam aspectos econômicos, ambientais e sociais (ONU, 2015). No mesmo ano, na 21^a COP foi aprovado o Acordo de Paris, que incluiu a participação de 195 países com o compromisso de limitar o aumento médio da temperatura global a 2°C acima dos níveis pré-industriais, com esforços adicionais para não ultrapassar 1,5°C (UNFCCC, 2015). Na ocasião, cada país entregou um documento denominado Contribuição Pretendida Nacionalmente Determinada (iNDC)⁹, indicando suas respectivas metas e principais estratégias para o seu cumprimento. Dentre as estratégias, o incremento do uso de energias renováveis é reforçado como uma das principais no direcionamento a uma economia sustentável e de baixo carbono.

O Acordo foi ratificado em novembro de 2016 (UNFCCC, 2016) e atualmente consiste no maior esforço internacional já visto para o combate à mudança do clima.

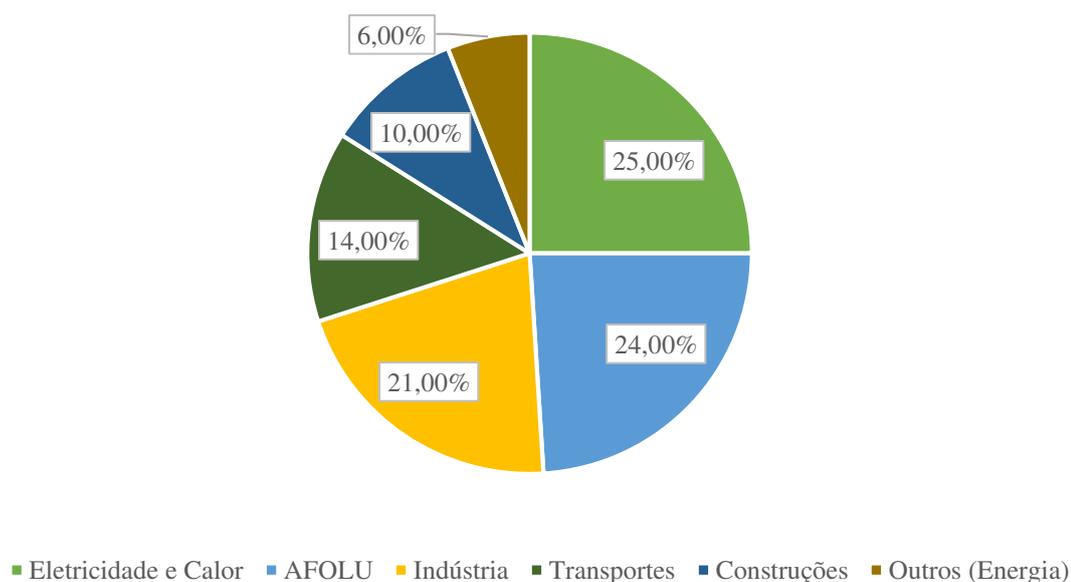
⁸ Sem a participação da representante europeia Angela Merkel, do Presidente norte-americano Barak Obama e reduzida delegação enviada pela Comissão Europeia (GUIMARÃES e FONTOURA, 2012).

⁹ Do inglês *Intended Nationally Determined Contribution*. O termo “pretendida” devia-se ao fato de que as contribuições seriam consolidadas após a assinatura do Acordo e ratificação em cada país, quando então passariam a ser chamadas apenas de Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs). No Brasil, isso veio a acontecer em 12 de setembro de 2016, quando foi ratificado o Acordo de Paris após passar pela Câmara dos Deputados e pelo Senado brasileiros.

2.2 Energia Renovável para a Mitigação de Emissões de GEE

A demanda por energia e serviços associados é crescente, para o atendimento do desenvolvimento social e econômico, além de aprimorar a qualidade de vida. Desde cerca de 1850, o uso de combustíveis fósseis aumentou consideravelmente e passou a representar a maior parte da oferta de energia. Isso resultou em um crescimento rápido de emissões de CO₂ – o que contribuiu significativamente para as concentrações históricas de GEE (IPCC, 2012).

Segundo os resultados do 5º Relatório do IPCC (2014), 78% do aumento das concentrações de carbono equivalente observado entre 1970-2010 decorreu da queima de combustíveis fósseis e processos industriais. No ano base avaliado no relatório, constatou-se que o setor de geração de eletricidade e calor respondeu pela maior parte das emissões globais (Figura 1). Isto deve-se ao fato de a maior parte dessa geração ainda ser pautada em combustíveis fósseis, como carvão, gás natural e derivados de petróleo (Figura 2).



Obs.: AFOLU se refere à sigla adotada para Agropecuária, Florestas e Outros Usos do Solo.

Figura 1 – Distribuição percentual das emissões globais de gases de efeito estufa por setor, para o ano de 2010, em tCO_{2e}

Fonte: IPCC (2014)

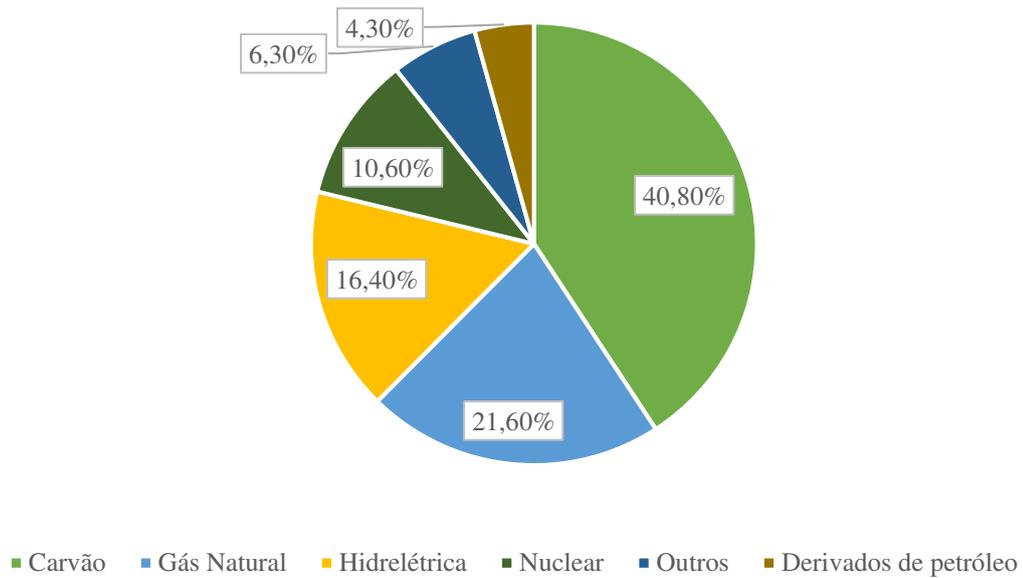


Figura 2 – Participação das diferentes fontes energéticas na geração elétrica mundial em 2014

Fonte: IEA (2016)

Em relação à distribuição histórica das fontes de energia, houve aumento da participação das renováveis (Figura 3), saindo de 21,5% em 1973 (20,9% hidráulica e 0,6% não hidráulica) para 23,1% em 2015 (16,0% hidráulica e 7,1% não hidráulica).

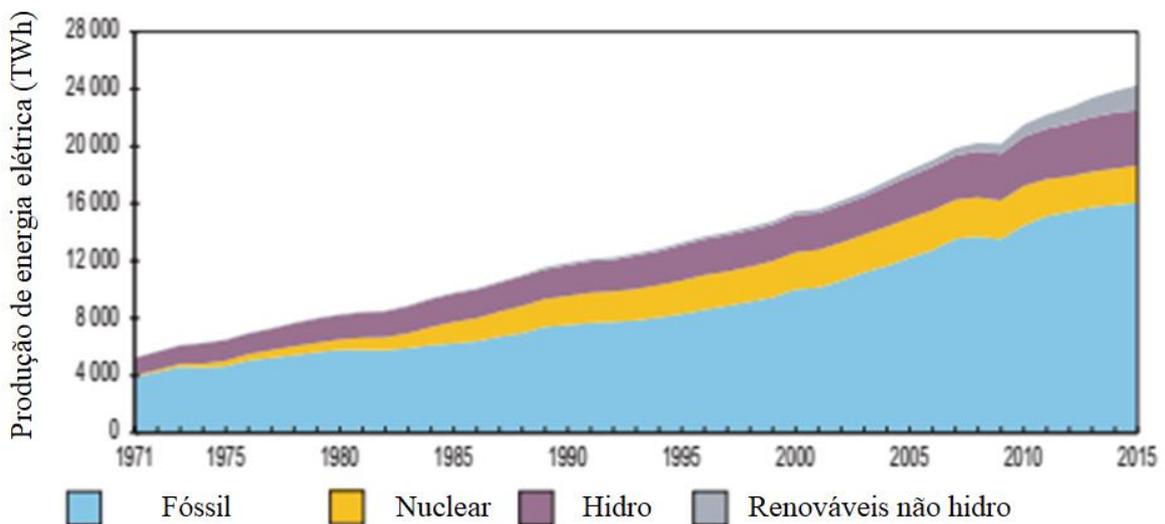


Figura 3 - Participação das diferentes fontes energéticas na geração elétrica mundial -1971-2015

Fonte: IEA (2017)

Devido à capacidade de substituir fontes fósseis de energia, cuja contribuição para as emissões de GEE é expressiva, as fontes renováveis já vêm sendo consideradas como opções de mitigação há muitos anos. Segundo o IPCC (2012), além de elevado potencial para a mitigação da mudança do clima propriamente dito, o uso dessas fontes também oferece outros

benefícios, como a contribuição com o desenvolvimento econômico, acesso à energia, segurança energética, além da redução de outros impactos à saúde e ao meio ambiente.

Assim, a busca pela maior participação dessas fontes é crescente. Em 2017 foram verificados 179 países com metas estabelecidas em políticas relacionadas à expansão destas fontes (REN21, 2016), dentre os quais 57 possuem metas para a geração de eletricidade unicamente a partir de fontes renováveis.

No Brasil, segundo estimativas publicadas pelo Sistema de Registro Nacional de Emissões (SIRENE), o setor de energia tem expressividade nas emissões totais do país, assumindo a primeira posição nos últimos anos (Figura 4). Vale ressaltar que nestas estimativas são considerados todos os usos energéticos, incluindo aqueles referentes ao setor de transportes.

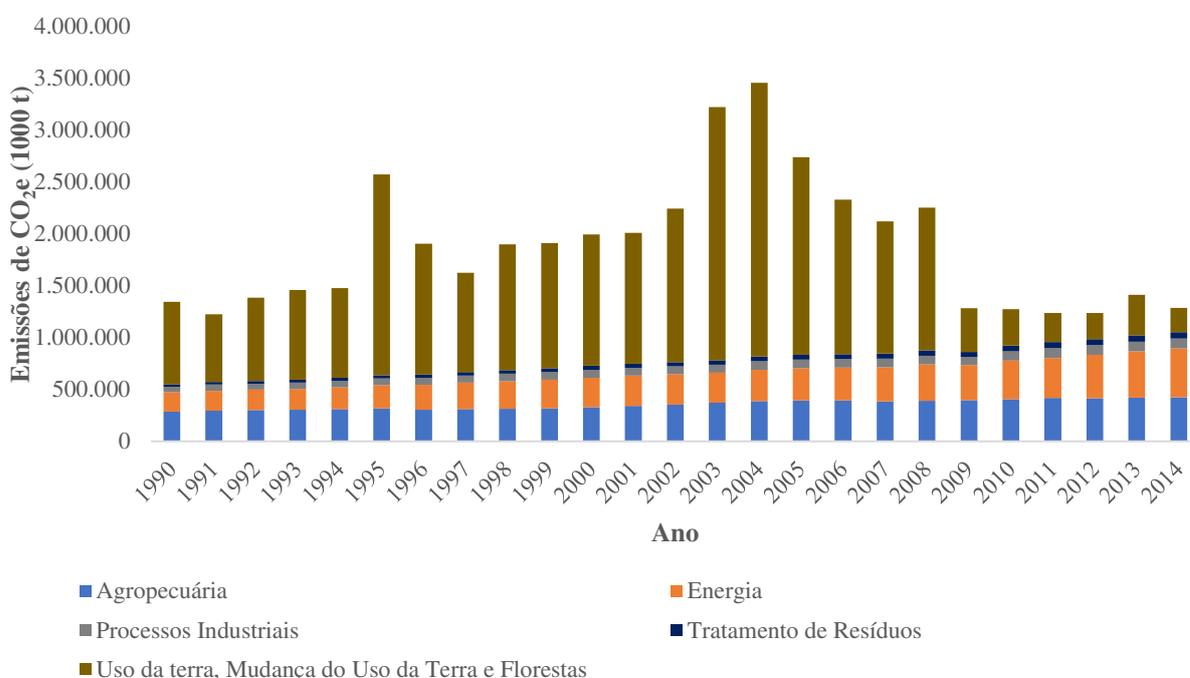


Figura 4 – Estimativas das emissões brasileiras de GEE de 1990 a 2015

Fonte: MCTI (2016)

No que se refere à geração de eletricidade, o país tem uma participação majoritária de renováveis, principalmente da energia hidráulica (Figura 5), com crescimento de fontes como biomassa e eólica na última década (Figura 6). Ainda assim, o país possui metas voluntárias para a expansão da participação de fontes renováveis na matriz elétrica para ao menos 23% até 2030, segundo a NDC brasileira.

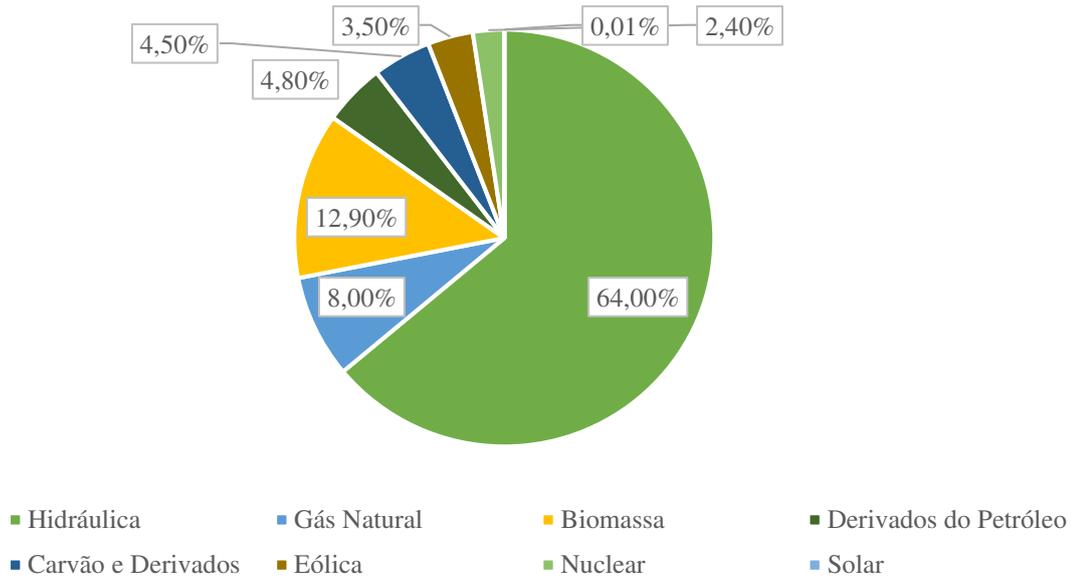


Figura 5 – Participação por fonte na geração de eletricidade na matriz elétrica brasileira em 2015

Fonte: EPE (2016)

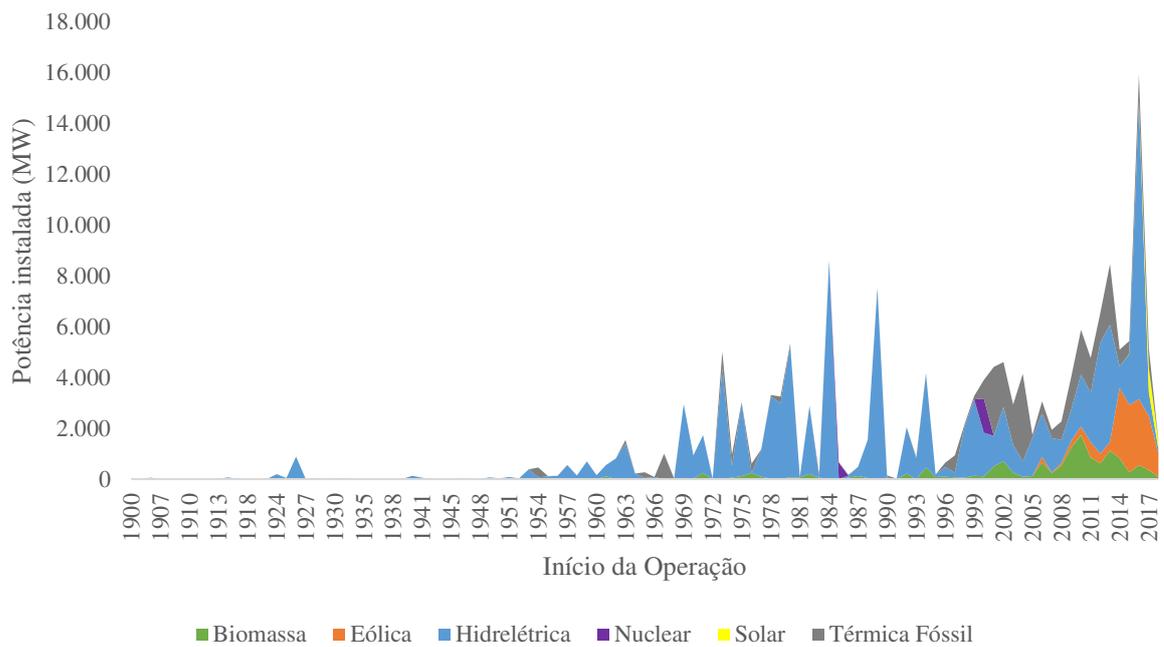


Figura 6 – Evolução da operação de usinas de geração elétrica no Brasil, por potência instalada - dados de setembro de 2018

Fonte: ANEEL (2018)

2.4 Instrumentos para Mitigação de Emissões

A necessidade de intervir e direcionar o processo de desenvolvimento econômico de modo a conciliar eficiência econômica, desabilidade social e prudência ecológica, ou seja, dentro do panorama de sustentabilidade, é aceita pelas duas principais correntes econômicas, a saber, a economia ambiental e a economia ecológica.

A economia ambiental, norteada pelo pensamento neoclássico, está apoiada no princípio da escassez, considerando como bens econômicos apenas os recursos limitados, sem levar em conta os recursos abundantes. Os recursos naturais são reduzidos à lógica de mercado e, por isso, devem ser precificados. A manutenção de padrões de consumo pode levar à restrição de recursos renováveis e ao aumento dos impactos, tornando necessária a introdução de leis coercitivas e dispositivos taxativos que revertam o quadro. Aplicam-se os princípios do poluidor-pagador e da disposição a pagar, baseados na solução de Pigou (1920) para o tratamento das externalidades, na busca por promover a melhoria da qualidade ambiental, e, quando não for possível, é necessária uma compensação por sua deterioração. A evolução desse conceito para a criação de mercados ocorreu com o economista Ronald Coase, que introduziu a questão dos direitos de propriedade às partes, argumentando que poderia ficar a encargo do mercado a utilização ótima desses direitos (ROMEIRO, 1999).

A economia ecológica faz uma crítica à economia ambiental, partindo do princípio de que o ambiente não pode ser forçadamente incluído em um sistema econômico fechado, além de que a natureza se associa a uma subjetividade própria, não podendo ser simplesmente reduzida aos fatores de recurso (ROMEIRO, 1999). Críticas ao conceito de poluição ótima também foram mencionadas por Godard (1992), que enfatizou o fato desse conceito não considerar a destruição líquida do meio, em virtude da ultrapassagem da capacidade de assimilação do meio com a poluição constante¹⁰. Essa corrente traz à tona a diversidade dos serviços prestados pelo sistema natural como um todo e sugere que tais serviços ambientais sejam incorporados à contabilidade dos países, sendo necessária uma atribuição de valor equiparável ao concedido pelo homem e transacionados no mercado.

Em ambos os casos, se reconhece que não é possível tratar a problemática ambiental através exclusivamente de instrumentos econômicos, sendo necessária uma intervenção permanente dos poderes públicos. Assim, fica clara a necessidade de introdução de mecanismos

¹⁰ O fato da capacidade de assimilação do meio ser ultrapassada em um dado período reduz a capacidade de assimilação no período seguinte, o que sucessivamente levará ao seu esgotamento.

e políticas na ótica ambiental, influenciando não apenas os tomadores de decisão, mas também os agentes de produção e de consumo.

Assim, considerando que a mitigação dos impactos ambientais está geralmente relacionada ao estabelecimento de políticas que possam regular o agente poluidor, os dois principais instrumentos utilizados no estabelecimento de políticas ambientais são os instrumentos regulatórios e os instrumentos econômicos (ROMEIRO, 1999).

O primeiro grupo (regulatório) é caracterizado por uma regulação direta, com a finalidade de induzir a mudança de comportamento dos agentes poluidores através do estabelecimento de, por exemplo, padrões de poluição, controle de equipamentos, processos e produtos, proibição ou restrição de atividades em determinadas áreas ou períodos, etc. Também conhecido como instrumento de comando e controle, esse tipo de instrumento enxerga o poluidor como alguém com potencial de cometer infrações e o obriga a obedecer a regras pré-estabelecidas, com punições relacionadas na ocasião do não cumprimento, como processos administrativos e judiciais, seguidos de aplicação de multas (ALMEIDA, 1997).

O segundo grupo de instrumentos (econômicos) busca induzir a mudança de comportamento dos agentes em relação ao meio ambiente a partir da internalização dos custos ambientais (externalidades) na produção de bens e serviços, geralmente a partir da instituição de taxas e subsídios, na expectativa de influenciar a melhoria da qualidade ambiental por parte do poluidor (ALMEIDA, 1997). O conceito de externalidade diz respeito a uma falha de mercado, que consiste no custo resultante de ações individuais sobre os demais, mesmo que estes não tenham contribuído para o dano (DALY, 1996). É o caso da emissão de GEE, cujos efeitos provocam danos àqueles que não a ocasionou (GODOY e SAES, 2015).

Alguns dos principais instrumentos econômicos reconhecidos pelo senso comum são (ALMEIDA, 1997; OECD, 1989):

- Taxas: em outras palavras, consiste no valor atribuído à poluição causada. Nessa modalidade, a receita gerada pela aplicação das taxas pode ser utilizada pelo agente regulador (governo): (i) incentivando ações de interesse; (ii) redistribuindo a renda para tratar os efeitos da poluição causada ou (iii) reinvestindo em tecnologias alternativas, por exemplo;
- Subsídios: normalmente subvenções, empréstimos ou incentivos fiscais oferecidos àqueles que desejam mudar o comportamento ou ainda que enfrentam barreiras para atingir os padrões estabelecidos;
- Sistema depósito-reembolso: sistema no qual se cobra uma sobretaxa sobre o preço de produtos com potencial de poluição, com devolução dos valores recolhidos

mediante devolução de resíduos para uma rede coletora com fins de reaproveitamento;

- Criação de mercados: criação de mercados artificiais nos quais os agentes podem transacionar “direitos de poluir” em um momento atual ou futuro.

As políticas ambientais alternativas consideram a adoção de ambos os instrumentos: instrumentos de comando e controle e os mercados de direitos de poluir. Essas políticas têm aceitação entre ambas as correntes de interpretação econômica por motivos distintos. Para a economia ambiental a eficiência dessas políticas está centrada na limitação do uso de instrumentos de comando e controle, deixando a alocação dos recursos por conta dos mecanismos de mercado (ROMEIRO, 1999). Já para a economia ecológica, segundo Daly (1996) a eficiência dessas políticas se deve ao contrário: “(...) à *limitação do uso de instrumentos de mercado à alocação dos recursos, deixando a determinação da escala ao Estado através de instrumentos de comando e controle.*”

No contexto dos mercados de carbono, observa-se que sua fundamentação segue a lógica econômica, estabelecendo que direitos de emissão de GEE, por exemplo, seriam transferidos utilizando a ferramenta do mercado (GODOY e SAES, 2015). No entanto, quando se considera o mercado de carbono criado a partir do Protocolo de Quioto e do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), identifica-se uma política alternativa que alia ambos os instrumentos.

2.4 Globalização e a Busca Corporativa por Mitigação de Emissões

O reconhecimento das mudanças climáticas e da extensão mundial de seus efeitos foi um dos fatores que atraiu a atenção de empresas, desde 1990, devido à percepção dos governos e da sociedade sobre os efeitos relacionados à emissão de GEE a partir de determinadas atividades.

Segundo Cogan (2006), a natureza global das mudanças climáticas e os riscos e oportunidades associados passaram a integrar o planejamento das empresas, em diferentes níveis de intensidade. Tais riscos e oportunidades foram descritos pelo autor em algumas categorias:

- Riscos físicos: relacionados aos riscos diretos às instalações da empresa, devido à ocorrência de eventos climáticos extremos (secas, enchentes, etc. ou ainda, mudanças de hábito do mercado consumidor devido às alterações climáticas.
- Riscos regulatórios: associados à possíveis regulamentações subnacionais, nacionais ou internacionais para mitigar impactos relacionados a setores específicos.
- Riscos de competitividade: decorrentes de avanços nas práticas de mercado e aumento do rigor do mercado consumidor, bem como a implantação de regulamentações. Por exemplo, perda de competitividade de empresas com alta intensidade de carbono na ocasião de implantação de uma política específica de controle de emissões. Esse aspecto também se relaciona com a oportunidade no desenvolvimento tecnológico, uma vez que um aumento na lucratividade poderia ocorrer a partir de medidas de eficiência energética ou estratégias de redução de emissões em novos produtos, alinhados com o mercado consumidor e as políticas existentes.

As pressões sofridas pelas empresas dos chamados *stakeholders* também evoluíram como aspectos de indução de mudança no comportamento de empresas ao longo do tempo. Alguns estudos apontaram como os principais grupos de indução dessa pressão os governos e as organizações não governamentais (ONGs), sendo as regulações mais determinantes para a mudança de hábito das corporações (CHRISTMANN, 2004). Todavia, alguns estudos reconheceram o papel das ONGs em locais nos quais pouca ou nenhuma regulação existia acerca de redução de emissões (PETERSON e ROSE, 2006), fazendo com que se mobilizassem para definir metas e reportar de forma transparente à sociedade as ações tomadas para combater as mudanças climáticas.

Fornecedores e consumidores também foram identificados como categorias importantes no contexto de como as empresas direcionam ações acerca de mudanças climáticas. Companhias dependem de seus fornecedores para garantir competitividade. Por isso, maiores exigências tornaram-se mais importantes para amenizar vulnerabilidades na cadeia de fornecimento (HANDFIELD, SROUFE e WALTON, 2005). A influência do mercado consumidor está relacionada ao tipo de segmento ao qual a empresa está inserida e à posição da companhia dentro da cadeia. Por exemplo, companhias inseridas em um mercado de bens de consumo podem estar mais sujeitas à necessidade de repensar seus produtos e diferenciá-los no mercado, no qual a consciência ambiental seria mais evidente (KOLK e PINKSE, 2007).

A globalização e o livre mercado mudaram as relações entre as empresas, os governos e outros *stakeholders* na sociedade. As mudanças climáticas trouxeram maiores necessidades de tratar tais relacionamentos, por também consistirem em impactos globais. Esse emaranhado de fatores foi importante para nortear o posicionamento de empresas em relação à busca por opções de mitigação, dentre elas, a utilização de certificados como créditos de carbono. Mesmo que tenham se originado de políticas ambientais para o controle de emissões, esses certificados ganharam importância também em um âmbito voluntário, conforme trata-se em maior nível de detalhe no Capítulo 3.

Nesse aspecto, observa-se ainda a interseção desses certificados com os chamados “selos verdes”. Selos são obtidos a partir da rotulagem ambiental, que consiste na disponibilização de informações na embalagem de um produto acerca de um determinado impacto e/ou benefício ambiental, a fim de possibilitar a tomada de decisão dos consumidores em adquirir esses produtos de menor impacto em relação aos disponibilizados pelos concorrentes.

Os certificados transacionáveis, como os de reduções de emissões, podem interagir com o processo para a obtenção de um selo, uma vez que, apresentando o certificado, é possível demonstrar uma etapa cumprida pelo fornecedor destes produtos (MOURA, 2013). Assim, uma empresa que adquira certificados de redução de emissões poderá, por exemplo, solicitar um selo “carbono neutro”.

Dessa forma, a busca voluntária por mitigação está também relacionada à obtenção desses selos como uma reposta estratégica das empresas às pressões do mercado para a comprovação da redução de seus impactos (CASTRO *et al*, 2017).

2.5 Outros Certificados a partir de Fontes Renováveis de Energia

Os certificados transacionáveis para redução de emissões, criados conforme os mecanismos de mercado mencionados, contemplaram uma diversidade de atividades que conseguiram comprovar tal redução a partir de métodos específicos. Dada a relevância das fontes renováveis nesse contexto, atividades nesse segmento também foram amplamente visadas, dentre elas a geração de eletricidade.

A busca por mitigação também ocorreu a partir de estratégias voltadas ao setor elétrico, culminando na criação de outros tipos de certificados capazes de mitigar emissões ao estimularem a expansão de fontes renováveis. Tratam-se dos certificados de energia renovável.

Os certificados de energia renovável se estabeleceram principalmente a partir de contextos regulados, em um momento em que se pensava em propostas para expandir o uso de fontes de renováveis de energia (principalmente a partir das crescentes preocupações com as mudanças climáticas, mais expressivas a partir da década de 1990) (FISHER e PREONAS, 2010). Os certificados de energia renovável são originários dos chamados *Renewable Portfolio Standards* (RPS) – instrumentos voltados às companhias elétricas com o intuito de instituir percentuais mínimos de fontes renováveis no fornecimento total de energia (BARBOSE, 2017).

Pioneiros e ainda com maior expressividade nos Estados Unidos¹¹, os RPS são os principais instrumentos baseados em um sistema de quotas (AYOUB e YUJI, 2012) e foram os responsáveis pela instituição dos certificados de energia renovável. Esses são originários da necessidade de proporcionar maior transparência acerca da origem da eletricidade. Assim, geradores de energia renovável passaram a receber unidades transacionáveis para comercializar com as companhias elétricas (distribuidoras), que precisavam atingir a quota mínima estabelecida dentro do regulamento específico de sua região (HOLT e BIRD, 2005).

Regulamentações também foram criadas em outros lugares do mundo, permitindo o uso de certificações com a mesma proposta, como por exemplo o esquema de “garantias de origem” criado em 2001 na União Europeia a partir da Diretiva Europeia para Energias Renováveis (EU DIRECTIVE 2001/77/EC)¹² (EU, 2009). Outras iniciativas representativas foram o Mercado Australiano, denominado *Renewable Energy Target*; o mercado indiano de *Renewable Purchase Obligations (RPOs)*; a experiência japonesa, dentre outros (ITO, 2015).

Mercados voluntários para esses certificados também surgiram, assim como ocorreu para os créditos de carbono. Nesse caso, tais mercados voltavam-se para empresas ou consumidores (pessoas físicas) de energia elétrica que buscavam contribuir com a inserção de fontes renováveis nas matrizes elétricas de suas regiões (WRI, 2008; HEETER, ARMSTRONG e BIRD, 2012).

Também conhecidos por outras denominações, tais como “certificados verdes”, “créditos de energia renovável”, “certificados renováveis transacionáveis” dentre outros

¹¹ O primeiro RPS implementado foi em 1983 (BARBOSE, 2017) nos Estados Unidos e, atualmente, encontra-se em 29 Estados, além do Distrito Federal e outros três territórios (DSIRE, 2018).

¹² Adotada na União Europeia para promover a geração de eletricidade a partir de fontes renováveis de energia no mercado interno, em setembro de 2001. Estabeleceu um mercado de certificados de eletricidade “verde” e medidas de facilitação para que as fontes renováveis ganhassem espaço no mercado (IEA, 2017).

(VERBRUGGEN e LAUBER, 2012), esses certificados têm definições variadas, a depender do sistema nos quais estão inseridos. No entanto, em termos gerais, consistem em unidades de transação representativas dos atributos ambientais relacionados à geração renovável de energia elétrica, de forma separada da energia gerada fisicamente. Ou seja, dizem respeito à “renovabilidade” daquela energia, sendo cada unidade correspondente a uma unidade energética (normalmente 1 MWh) fornecida à determinada rede elétrica.

Cada certificado deve estar associado a informações básicas, como: o tipo de fonte renovável do qual foi originado, a localização da planta de origem, a data da geração, o perfil de emissões associados e um número de identificação (HOLT e BIRD, 2005; DEVENVI e MLADENOVA, 2012; CRITCHFIELD, 2015). E, mesmo diferentes, conforme as iniciativas com as quais estão associados, estes certificados possuem alguns aspectos principais, conforme apresentado na Tabela 1.

A Figura 7 ilustra a transação de certificados de energia renovável dentro do mercado de energia, indicando que o certificado de energia renovável pode ser desagregado da energia elétrica em si, conforme mencionado anteriormente. Assim, o produtor da energia renovável pode oferecer a eletricidade ao sistema elétrico e o certificado a um consumidor específico, não necessariamente o mesmo que adquiriu a eletricidade.

Tabela 1 - Características dos certificados de energia renovável

Aspecto	Característica
Relação da eletricidade e o atributo ambiental	A depender do propósito e do esquema no qual se encontram, podem ser comercializados de forma desagregada da eletricidade, ou seja, 1 MWh gerado a partir de determinada fonte pode ser transacionado dentro de um mercado comum de energia elétrica e os atributos ambientais associados destinados a outro consumidor. Essa decisão pode estar relacionada aos limites geográficos pré-estabelecidos pelas regras de um mercado regulado específico ou ainda pelo nível de exigência de um comprador dentro do mercado voluntário. Por outro lado, o certificado pode ser fornecido pela planta de geração ou pelo distribuidor de eletricidade, juntamente com a energia elétrica entregue ao consumidor.
Origem da energia	A energia geradora de um certificado de energia renovável essencialmente deve ser proveniente de uma fonte renovável, todavia, são três fatores de influência na determinação da origem: tecnologia, localização e início da operação. Nos mercados regulados, esses aspectos costumam ser bem definidos nas legislações e normativas e desempenham um papel de avaliação dos certificados. O tipo de tecnologia, por exemplo, classifica-os em níveis ¹³ : as fontes eólica e solar são geralmente denominadas como de <i>top tier</i> (ou alto nível), enquanto algumas fontes, como biomassa e hidrelétrica estão em classificação inferior. As políticas também delimitam as regiões geográficas preferidas, com o objetivo de realmente promover aumento de capacidade em um local específico, todavia, regras muito restritivas, tanto quanto à localização quanto à tecnologia, podem incorrer em aumento excessivo dos certificados e não cumprir o objetivo proposto.
Rastreabilidade e cadeia de custódia.	Assim como outros certificados, a possibilidade de rastreamento e conhecimento da cadeia de custódia dos certificados de energia renovável é essencial para a garantia do controle de qualidade destes certificados, que varia segundo as regras dos mercados regulados e voluntários de cada local. Nos Estados Unidos, por exemplo, recomenda-se a utilização de duas alternativas distintas: ou o registro em esquemas de rastreamento ¹⁴ ou a contratação de organismos independentes para auditoria da cadeia de custódia de um certificado e da energia que o gerou. A opção do registro em esquemas de rastreamento é geralmente preferida, tendo em vista a reunião de informações sobre energia gerada, certificados transferidos e, no caso de mercados regulados, o cumprimento de metas estabelecidas. Na Europa, o sistema de “garantia de origem” é rastreado, administrado pelo governo ¹⁵ ou por entidades por ele indicado ¹⁶ .
Preços	A formação do preço desses certificados está intrinsecamente relacionada aos aspectos de sua origem (tecnologia, localização e data de início da operação). Os preços costumam ser superiores em mercados regulados, nos quais os certificados são adquiridos para cumprir quotas de energia renovável não atingidas pelos agentes que possuem a obrigatoriedade, diferentemente dos mercados voluntários, em que os consumidores adquirem os certificados por posicionamento empresarial, políticas internas ou outras motivações. Outro fator que afeta seu valor é o fato de ele estar ou não agregado à energia elétrica que o gerou. Os desagregados costumam ter preços inferiores aos agregados (HEETER; ARMSTRONG; BIRD, 2012).

Fonte: Elaboração própria, a partir de Devenvi e Mladenova (2012); Platts (2012); Heeter, Armstrong e Bird (2012)

¹³ Em inglês, “*tiers*”.

¹⁴ Sendo os principais: *Electric Reliability Council of Texas (ERCOT)*, *Midwest Renewable Energy Tracking System (M-RETS)*, *New England Power Pool Generation Information Systems (NEPOOL)*, *New York Generation Attribute Tracking System (NYGATS)*, *Western Renewable Energy Generation Information System (WREGIS)*, *North Carolina Renewable Energy Tracking System (NC-RETS)*.

¹⁵ Entidade governamental *European Energy Certification System (EECS)*.

¹⁶ Sendo a principal a *RECs International Certificate Scheme*.

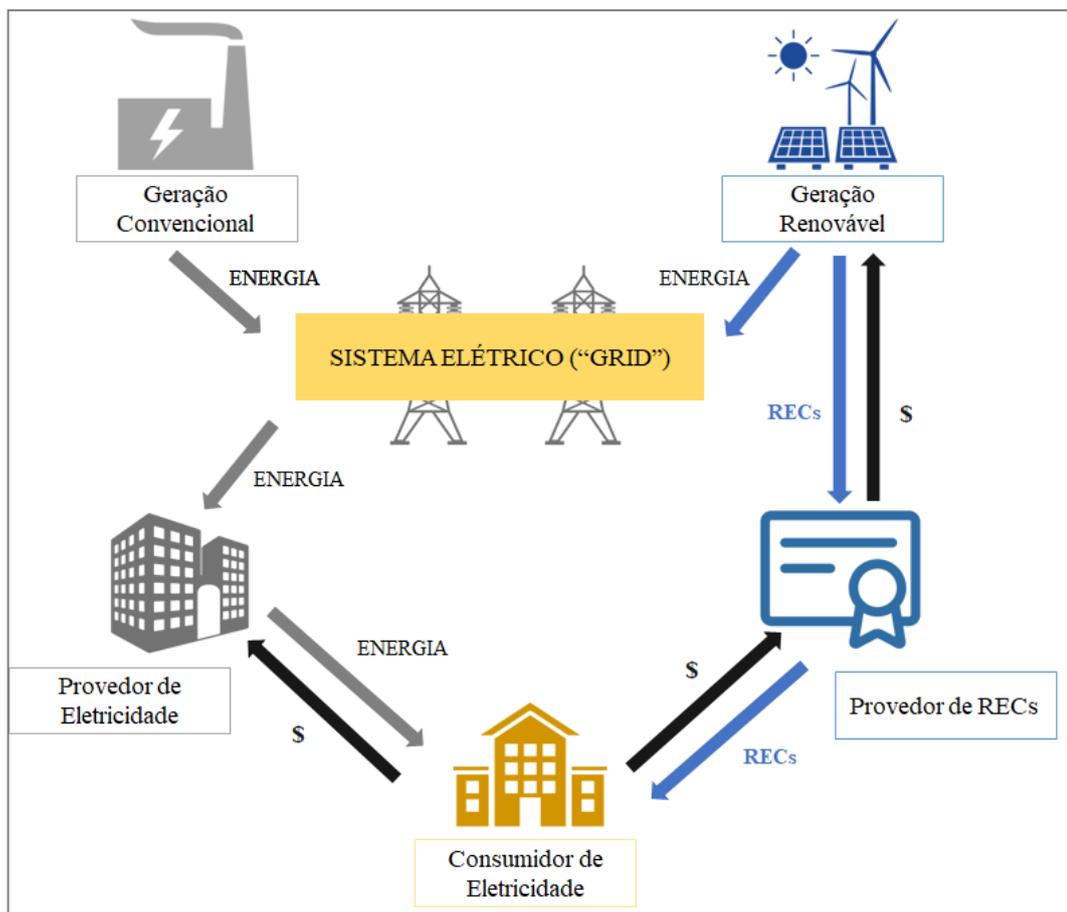


Figura 7 - Representação esquemática da transação de certificados de energia renovável dentro do mercado de energia

Fonte: Elaboração própria, adaptado de Critchfield (2015)

Observa-se que a Figura 7 é ilustrativa e com enfoque no grande consumidor. No caso do setor residencial, o papel de fornecimento destes certificados é normalmente realizado pela figura de um intermediário do mercado.

Como esses certificados estão necessariamente atrelados ao sistema elétrico no qual estão inseridos, não é possível transacioná-los mundialmente e, por isso, os padrões de certificação foram desenvolvidos regionalmente. Entretanto, percebendo a necessidade de oferecer um padrão único para empresas que buscassem certificar seus empreendimentos ou aquelas que desejassem adquirir os certificados a partir de um mesmo organismo, uma organização holandesa (*The International REC Standard*) lançou, em 2014, um certificado internacional de energia renovável, conhecido como *International Renewable Energy Certificate*, ou mais comumente, por sua sigla, I-REC. O padrão tem se estabelecido como um dos principais para comprovar eletricidade renovável adquirida, com fins de quantificação de emissões de Escopo

2¹⁷ fora dos mercados mais estabelecidos, como dos Estados Unidos e da Europa (SOTO, 2015; IREC, 2018a).

Para operar em um país, o organismo credencia representantes nacionais, denominados “emissores locais”, responsáveis pela interface com o empreendedor que busca o certificado e com as entidades de terceira parte que realizam verificações. No Brasil, o padrão I-REC atua desde 2016, tendo como representante o Instituto Totum, que já estava envolvido com a primeira iniciativa do tipo existente no Brasil¹⁸ (INSTITUTO TOTUM, 2018a).

Em consulta ao registro público da plataforma¹⁹, foram encontrados 143 empreendimentos registrados, distribuídos em 20 países, com potência total instalada de 10.180 MW (Tabela 2). O Brasil é o segundo maior em número de plantas, atrás da China, e o primeiro em capacidade total instalada.

Tabela 2 - Lista de plantas registradas na plataforma I-REC, por país - dados de março de 2018

País	Nº Plantas	Potência Total Instalada (MW)
China	38	2.006,9
Brasil	30	2.188,3
Espanha	12	1.736,1
Vietnã	9	113,8
Israel	8	148,6
Colômbia	7	2.029,5
Tailândia	6	49,2
Filipinas	5	813,1
Guatemala	4	34,2
Malásia	4	28,2
Taiwan	4	39,0
Índia	3	230,0
Turquia	3	103,1
África do Sul	2	52,0
Chile	2	476,0
Singapura	2	13,5
Emirados Árabes	1	13,0
Honduras	1	60,0
México	1	38,8
Uganda	1	6,4
Total	143	10.179,6

Fonte: IREC (2018b)

¹⁷ O termo Escopo 2 refere-se à classificação das emissões relacionadas à aquisição de energia elétrica dentro da metodologia de elaboração de gases de efeito estufa utilizada pelo GHG Protocol, iniciativa de uso internacional (SOTOS, 2015).

¹⁸ Em 2011, uma iniciativa conjunta da Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEOLICA) e da Associação Brasileira de Energia Limpa (ABRAGEL), com apoio da Associação Brasileira dos Comercializadores de Energia (ABRACEEL) e da Câmara de Comercialização de Energia (CCEE) reuniu especialistas das áreas de energia, sustentabilidade, mercados e certificações, a fim de criar uma ferramenta de fomento às fontes renováveis de energia, de cunho voluntário (REC BRAZIL, 2018). O Certificado de Energia Renovável brasileiro foi estabelecido, compreendendo um Certificado de Conformidade eletrônico, concedendo ao empreendimento o direito de transferir aos seus clientes Certificados de Energia Renovável relacionados à energia comercializada.” (INSTITUTO TOTUM, 2015, p.3). Em 2017, o programa integrou o padrão I-REC (INSTITUTO TOTUM, 2017).

¹⁹ Realizada em março de 2018.

Quanto ao tipo de tecnologia, as plantas eólicas e hidráulicas possuem a mesma representatividade em número, ficando em primeira colocação. Todavia, em capacidade instalada, a energia hidrelétrica responde por mais de 60% do total (Tabela 3), ou seja, é a tecnologia com maior potencial para geração de I-RECs, em termos absolutos.

Tabela 3 – Plantas registradas no I-REC, por tecnologia - dados de março de 2018

Tecnologia	Nº Plantas	Potência Total Instalada (MW)
Biomassa	10	249,9
Eólica	53	2.175,7
Geotérmica	2	691,7
Hidráulica	53	6.317,9
Solar	25	744,3
Total	143	10.179,6

Fonte: IREC (2018b)

Detalhando os dados para o Brasil, dentre os empreendimentos registrados (no total de 30, conforme Tabela 2) a maior quantidade é de fonte eólica, embora a maior potência instalada seja de fonte hidrelétrica (Figura 8). Segundo o Instituto Totum (2018b), os empreendimentos do IREC emitiram perto de 260.000 certificados entre 2016 e março de 2018.

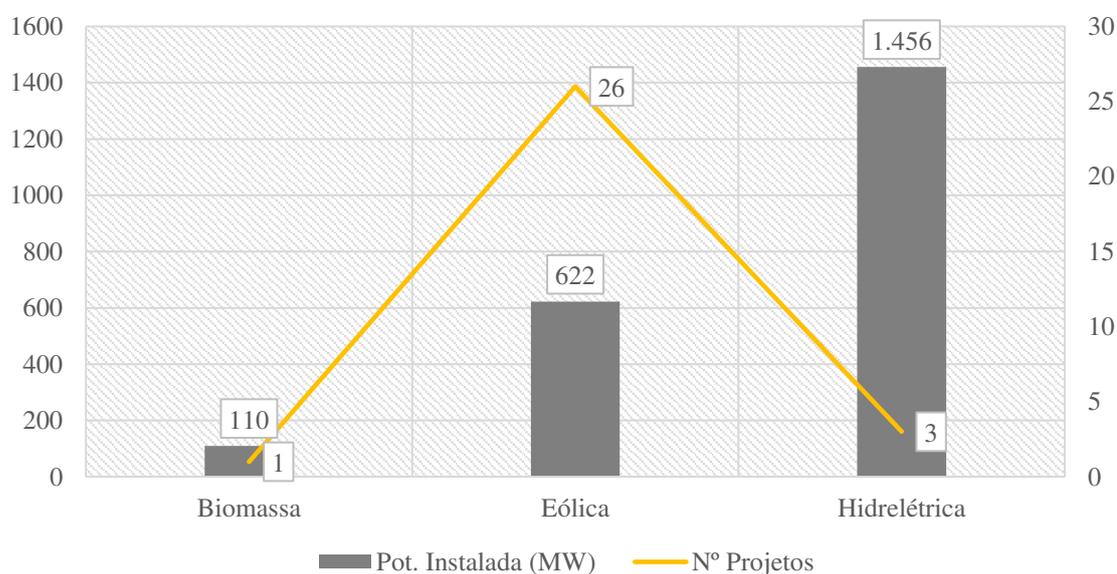


Figura 8 – Empreendimentos brasileiros registrados no IREC, em número de potência instalada - dados de março de 2018

Fonte: Adaptado de IREC (2018b)

Além disso, a certificação pelo Certificado de Energia Renovável Brasileiro, que antecedeu a implantação do I-REC no país, como comentado, contemplou 5 empreendimentos e totalizou a emissão de 121.244 certificados, correspondentes ao mesmo valor em MWh

gerado (Tabela 4) até o início de 2018. O sistema passou a operar em conjunto com o I-REC a partir de 2017, mas foi autorizado a emitir certificados sem a chancela do I-REC até o início de 2018 (INSTITUTO TOTUM, 2017).

Tabela 4 - Emissão de certificados pelo Programa de Certificação de Energia Renovável brasileiro - dados de março de 2018

Empreendimento	Fonte	Emissão de Certificados (MWh)					Total
		2014	2015	2016	2017	2018	
PCH Ninho da Águia	Hidráulica	244	0	30.862	22.000	0	53.106
Usina Solar Tanquinho	Solar	0	0	1.631	130	421	2.182
PCH Porto das Pedras	Hidráulica	0	13.283	23.173	24.429	0	60.885
Eólica Honda	Eólica	0	180	2.670	51	0	2.901
Eólica Eurus II	Eólica	0	0	0	2.150	0	2.150

Fonte: Instituto Totum (2018)

2.6 Considerações finais

A trajetória para o desenvolvimento sustentável ganhou força internacional principalmente a partir das descobertas acerca dos impactos das mudanças climáticas, indicando a necessidade de maior cooperação dentre os países. As fontes renováveis de energia foram consideradas importantes no contexto da mitigação, tendo em vista a contribuição da utilização de combustíveis fósseis para os efeitos observados pelos estudos do IPCC. Nesse contexto, o setor de energia elétrica foi considerado um dos setores chave, levando em consideração a forte dependência de fontes não alternativas no cenário mundial e, inclusive, no cenário brasileiro. Ainda que no perfil de geração elétrica predominem as fontes renováveis de energia, a busca pelo incremento de fontes renováveis alternativas, não hidráulicas, é uma das áreas contempladas pela política e planejamento energético no Brasil.

Os avanços nas políticas ambientais levaram em conta a adoção de instrumentos de comando e controle e os mercados de direito de poluir, que contribuíram com a construção de mercados de certificados transacionáveis para emissões como forma de mitigação de impactos dentro de um ambiente regulado. Além das pressões sofridas pelos governos através dessas regulamentações, as empresas passaram a buscar mitigação também de forma voluntária, de forma a atender a demandas de outros *stakeholders*, como organizações não governamentais,

fornecedores, consumidores, além de amenizarem os riscos relacionados às mudanças climáticas.

Embora o uso de certificados transacionáveis a partir da redução de emissões tenha sido estabelecido, não foram os únicos certificados existentes em se tratando de energia elétrica de fontes renováveis. Mesmo que não sejam equiparáveis, pelo fato de não serem medidos em unidades de redução de emissões de GEE, os certificados de energia renovável atendem indiretamente os objetivos de mitigação de emissões, através do estímulo de tecnologias com menor intensidade de carbono. Assim, ainda que não constituam o foco desse estudo, esses certificados transacionáveis são uma opção para o agente gerador de energia elétrica.

3 MERCADOS DE CRÉDITOS DE CARBONO

Considerando o contexto apresentado de certificados transacionáveis para a mitigação de emissões, neste capítulo foram abordados os créditos de carbono, suas características e peculiaridades, com foco para os créditos de carbono decorrentes da geração de eletricidade a partir das fontes renováveis de energia, em âmbito mundial e nacional, considerando mercados pré-determinados para análise, nos contextos regulado e voluntário.

3.1 Contextualização

As discussões iniciadas em 1992, na assinatura da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC), reforçaram o entendimento da necessidade da ação conjunta entre nações para atingir resultados relevantes no controle de emissões de GEE. Aspectos como a necessidade de quantificação e monitoramento de emissões, definição de distribuição de responsabilidades entre os países, viabilização de mecanismos financeiros para as ações de mitigação, a transferência tecnológica, dentre outros, foram apontados no texto da Convenção (UNFCCC, 1992). Os avanços das discussões em encontros posteriores (COP 1, em Berlim em 1995, e COP 2, em Genebra em 1996) resultaram na indicação da necessidade da definição de um protocolo de cumprimento obrigatório, com metas específicas de controle de emissões (UNFCCC, 1995; 1996).

Tais definições foram trazidas no Protocolo de Quioto, acordado na 3ª COP no Japão e assinado por 179 países. Todavia, as obrigações destinaram-se a 38 países, incluídos no chamado Anexo I, referente às nações desenvolvidas e com maior contribuição acumulada para os efeitos das mudanças climáticas, devido ao maior período de emissões desde o início do seu desenvolvimento industrial. A esses países foi atribuído o compromisso de reduzir suas emissões²⁰ em pelo menos 5,2% em relação aos níveis de 1990, durante o primeiro período de comprometimento (2008-2012) (UNFCCC, 1998).

²⁰ Emissões de GEE: CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, SF₆, padronizadas em dióxido de carbono equivalente (CO₂e) a partir do potencial de aquecimento global, do inglês, *global warming potential* (GWP).

O Protocolo de Quioto trouxe a discussão de três mecanismos de flexibilização para contribuir com o atingimento das metas estabelecidas, cuja implementação se deu em COPs posteriores. Esses mecanismos se dividiram entre mecanismos baseados em mercado e mecanismos baseados em projetos, conforme Tabela 5.

Tabela 5 – Resumo dos mecanismos instituídos pelo Protocolo de Quioto

Tipo de Mecanismo	Denominação	Definição e Aplicabilidade	Unidade Transacionada
Baseados em Mercado	Comércio de Emissões	Definido pelo Artigo 17 do Protocolo, permitiu que países (com metas no Anexo B) que tivessem unidades de emissões excedentes pudessem comercializá-las com países que ultrapassassem as suas cotas de emissão. Iniciou suas operações em 2005.	Termo original, em inglês, <i>Assigned Amount Unit</i> (AAU), igual a uma tonelada métrica de dióxido de carbono equivalente.
	Implementação Conjunta	Definido pelo Artigo 6 do Protocolo, permitiu que países (com metas no Anexo B) tivessem direito a redução de emissões a partir de um projeto desenvolvido em outro país (também com metas no anexo B), para deduzir de suas obrigações. Iniciou seu funcionamento em 2008.	Termo original, em inglês, <i>Emission Reduction Unit</i> (ERU), igual a uma tonelada métrica de dióxido de carbono equivalente.
Baseados em Projetos	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo	Definido pelo Artigo 12 do Protocolo, permitiu que países signatários do Protocolo e com metas de redução no Anexo B adquirissem unidades de redução de emissões de projetos desenvolvidos em países também signatários, mas sem metas no Anexo B. Iniciou suas operações em 2006.	Termo original em inglês, <i>Certified Emission Reduction</i> (CER), igual a uma tonelada métrica de dióxido de carbono equivalente.

Fonte: UNFCCC (1998); UNFCCC (2006); UNFCCC (2018a)

O Protocolo de Quioto foi importante para dar visibilidade às possibilidades em mercados ambientais dentro da perspectiva das emissões, tendo em vista a sua característica internacional. Todavia, seus mecanismos não constituíram os únicos mercados de carbono existentes. Na verdade, outras iniciativas precederam e procederam à ratificação do Protocolo de Quioto, principalmente no que diz respeito ao pagamento por serviços ambientais prestados pelas florestas (VEIGA NETO, 2008).

Iniciativas não relacionadas ao cumprimento de metas estabelecidas (e, portanto, não reguladas), surgiram ao longo dos anos, principalmente a partir de organizações não governamentais e outras instituições, como forma de oferecer opções de compensação de emissões àqueles que não estavam sujeitos a obrigações, transacionando unidades

voluntárias, também medidas em toneladas métricas de dióxido de carbono equivalente, conhecidas pelo termo em inglês, *Verified Emission Reductions* (VERs).

Alguns autores afirmam que o surgimento de um mercado voluntário está ligado à proposta de criação de um ambiente alternativo que pudesse servir como fonte de experiência e aprendizado, em um contexto de evolução de mercados de carbono, considerando que os mecanismos dispostos pelo Protocolo de Quioto não tiveram a adesão de países com emissões importantes, como por exemplo os Estados Unidos (MARKIT GROUP, 2009; HAMRICK e GALLANT, 2017; COBERA, ESTRADA e BROWN, 2009).

Dentro desse contexto, nesta dissertação se optou por avaliar a evolução dos créditos de carbono em duas categorias: créditos no mercado regulado e créditos no mercado voluntário, diferenciados pela existência ou não de metas e regulamentações específicas²¹. Foi realizado um panorama geral das iniciativas existentes em mercados de carbono, todavia, a análise se concentrou em créditos advindos do MDL e do mercado voluntário, pela maior abrangência de participação de países e pelas similaridades nos procedimentos, conforme detalhamentos apresentados nas seções seguintes.

3.1.1 Mercado Regulado de Carbono

Mercados regulados são aqueles criados e regulados por políticas específicas de redução de emissões, seja no âmbito internacional, regional, nacional ou ainda subnacional, tendo como principais benefícios a sinalização ao mercado a respeito dos custos da mitigação de emissões. Nestes mercados, a demanda surge dos emissores que operam acima dos limites a eles permitidos. Basicamente, esses mercados funcionam a partir de mecanismos como aqueles propostos no Protocolo de Quioto: baseados em mercado ou projetos.

Os Comércios de Emissões (mecanismos de mercado) são normalmente definidos²² por sistemas (ou esquemas) conhecidos como *cap-and-trade*. Nesse caso, um agente regulador (normalmente governamental) cria um mercado no qual são negociados direitos de emissão

²¹ Definido pelo termo em inglês *compliance*.

²² Embora constitua no método mais implementado para os comércios de emissões, o *cap-and-trade* não é o único método disponível. Outra possibilidade de operação é baseada no método *baseline-and-credit*, no qual um nível inicial de emissões é definido para as fontes de interesse, a partir do cenário linha de base (*baseline*). As fontes devem então manter suas emissões a um determinado percentual dessa linha de base e passam a receber créditos se mantiverem os níveis abaixo do desejado, devendo adquirir créditos caso ultrapassem o limite. Embora similar ao *cap-and-trade*, o método possui maior simplicidade e possui menos intervenção de organismo supervisor (PROFETA e DANIELS, 2005).

transacionáveis, a partir de uma restrição inicial quantitativa, ou seja, define-se uma quantidade máxima de emissões desejada (*cap*²³) e distribui-se entre os agentes regulados – que são os setores de interesse para a redução de emissões. A transação (*trade*) das unidades – conhecidas como permissões - ocorre entre esses agentes e a distribuição realizada é chamada de alocação (PROFETA e DANIELS, 2005).

Após a alocação inicial, são estabelecidos leilões, nos quais as permissões são comercializadas conforme a necessidade de cada agente para o cumprimento de seus limites específicos. Além das unidades adquiridas em leilões, alguns esquemas permitem que os participantes cumpram parte da redução das emissões através da aquisição de outros tipos de unidades, por exemplo daquelas advindas de projetos (PROFETA e DANIELS, 2005; PMR, 2016), como os créditos de carbono. Nesse caso, cabe também ao órgão regulador definir quanto pode ser cumprido via créditos e quais tipos de créditos são elegíveis.

As definições sobre o funcionamento do esquema dependem dos objetivos a serem atingidos pela jurisdição no qual ele é implementado. A definição dos setores contemplados, por exemplo, relaciona-se com o perfil de emissões identificado, normalmente buscando definir metas para as fontes de emissão mais significativas. Todavia, a implantação desse tipo de regulação está sujeita a barreiras políticas, tendo em vista os diferentes interesses dos setores participantes, fazendo-se necessárias concessões ou adaptações graduais para não ocasionar, por exemplo, uma rápida rejeição da medida e a possível evasão de empresas para outros locais sem regulamentações similares (PMR, 2016).

O Comércio de Emissões Europeu (EU-ETS)²⁴ foi a primeira iniciativa do tipo no mundo, estabelecido pela Diretriz 2003/87/EC (EU, 2003) e lançado em 2005, em uma fase piloto (2005 – 2007), cujo objetivo foi preparar os participantes para o início do primeiro período de comprometimento do Protocolo de Quioto, em 2008. A segunda fase ocorreu durante todo o primeiro período de comprometimento do Protocolo (2008-2012) e a terceira fase está em vigor de 2013 até 2020. Ao contrário das duas primeiras fases, a terceira fase tem os leilões como o método padrão de distribuição de permissões. Uma quarta fase está programada para funcionar entre 2021 – 2030 (EU, 2015).

Outras iniciativas similares surgiram ao longo dos anos, em jurisdições regionais, nacionais ou subnacionais. A Tabela 6 apresenta um resumo dos esquemas implementados até 2018. Ao todo, são 21 esquemas, sendo 6 deles mais abrangentes (União Europeia, China,

²³ Do inglês, “teto” ou “limite”.

²⁴ O Comércio de Emissões Europeu é denominado pela sigla EU-ETS devido ao termo, em inglês, *European Union – Emissions Trading System*.

Cazaquistão, Suíça, Coreia do Sul e Nova Zelândia), ou seja, referentes a países ou um conjunto de países. As demais iniciativas são subnacionais, desenvolvidas dentro de jurisdições em países como os Estados Unidos, China e Canadá. Cada um dos esquemas possui metas e regulamentos específicos, definidos de acordo com o perfil das jurisdições nas quais estão implementados. No que se refere à relação destes esquemas com o uso de créditos de carbono, observou-se que na maioria dos casos essa possibilidade existe, variando em termos de percentuais máximos permitidos.

Esquemas como os apresentados na Tabela 2 determinam a demanda por créditos de carbono em um âmbito regulado, a partir do momento em que os projetos que originam tais créditos têm o objetivo de atender à necessidade dos agentes no cumprimento de partes de suas obrigações de redução de emissões.

O EU-ETS (ainda em operação) consistiu na principal experiência mundial em comércio de emissões, tendo, portanto, servido de referência para os demais mecanismos associados (ICAP, 2018). Assim, os créditos de carbono baseados em projetos associados a esse mercado podem ser considerados como os mais difundidos ao longo dos anos.

O mecanismo de Implementação Conjunta foi um dos mecanismos baseados em projeto, estabelecido pelo Protocolo de Quioto e utilizado no EU-ETS. Vigente até o final do período de comprometimento final do Protocolo de Quioto (2020), o mecanismo permite o desenvolvimento de projetos sob duas formas distintas. Projetos classificados como “*Track 1*” são aprovados e têm os créditos emitidos pelos próprios países hospedeiros dos projetos. No caso daqueles classificados como “*Track 2*”, é necessário passar pela aprovação (e posterior emissão dos créditos) por um organismo internacional – o Comitê de Supervisão da Implementação Conjunta (UNFCCC, 2006).

Projetos de Implementação Conjunta emitiram unidades de redução de emissões (ERUs²⁵) entre 2008 e 2015, totalizando perto de 900 milhões de unidades. Dentre elas, mais de 97% foram decorrentes de projetos classificados como “*Track 1*” (UNFCCC, 2016). Ao longo dos anos, esse mecanismo foi criticado devido a preocupações quanto à falta de transparência e controle de qualidade, fatores relacionados intrinsecamente à supervisão internacional reduzida²⁶ (KOLMUSS, SCHNEIDER e ZHEZHERIN, 2015).

²⁵ Do inglês, *Emissions Reduction Units*.

²⁶ Além disso, o mecanismo também foi questionado por falta de integridade ambiental, tendo em vista que parte dos créditos nele transacionados não representarem emissões adicionais (KOLMUSS, SCHNEIDER e ZHEZHERIN, 2015).

Tabela 6 - Resumo dos comércios de emissões implementados no mundo

Esquema	Criação	Metas	Créditos de Carbono
Comércio de Emissões Europeu	1997	Até 2020, redução de 20% em relação aos níveis de 1990; Até 2030, redução de 40% em relação aos níveis de 1990; Até 2050, redução de 80-95% em relação aos níveis de 1990.	Podem ser utilizados para cumprir até 50% das obrigações.
Iniciativa Regional de Gases de Efeito Estufa (Estados Unidos)	2005	Até 2020, redução de 50% em relação aos níveis de 2005, para a geração de eletricidade.	Podem ser utilizados para cumprir até 3,3% das obrigações.
Comércio de Emissões Nova Zelândia	2008	Até 2020, redução de 5% em relação aos níveis de 1990; Até 2030, redução de 11% em relação aos níveis de 1990; Até 2050, redução de 50% em relação aos níveis de 1990.	Não inclui.
Comércio de Emissões Tóquio – Japão	2010	Até 2020, redução de 25% em relação aos níveis de 2000; Até 2030, redução de 30% em relação aos níveis de 2000.	Sem limites para créditos regionais e limite de 8% para créditos externos.
Comércio de Emissões Saitama – Japão	2011	Até 2020, redução de 21% em relação aos níveis de 2005.	Sem limites para créditos regionais e limite de 8% para créditos externos.
Comércio de Emissões Califórnia (Estados Unidos)	2012	Até 2020, retornar aos níveis de 1990; Até 2030, redução de 40% em relação aos níveis de 1990; Até 2050, redução de 80% em relação aos níveis de 1990.	Podem ser utilizados para cumprir até 8% das obrigações.
Comércio de Emissões Canadá – Quebec	2013	Até 2020: redução de 15% aos níveis de 1990; Até 2030: redução de 37% aos níveis de 1990; Até 2050: redução de 80-95% aos níveis de 1990.	Podem ser utilizados para cumprir até 8% das obrigações.
Comércio Piloto de Emissões Pequim (China)	2013	Até 2020, redução de 20,5% da intensidade de carbono em comparação à 2015.	Podem ser utilizados para cumprir até 5% das obrigações.
Comércio Piloto de Emissões Guangdong (China)	2013	Até 2020, redução de 20,5% da intensidade de carbono em comparação à 2015.	Podem ser utilizados para cumprir até 10% das obrigações.
Comércio Piloto de Emissões Xangai (China)	2013	Até 2020, redução de 20,5% da intensidade de carbono em comparação à 2015.	Podem ser utilizados para cumprir até 10% das obrigações.
Comércio Piloto de Emissões Shenzhen (China)	2013	Até 2020, redução de 45% da intensidade de carbono em comparação à 2005.	Podem ser utilizados para cumprir até 10% das obrigações.
Comércio Piloto de Emissões Tianjin (China)	2013	Até 2020, redução de 20,5% da intensidade de carbono em comparação à 2015.	Podem ser utilizados para cumprir até 10% das obrigações.
Comércio de Emissões Cazaquistão	2013	Até 2020, redução de 5% em relação aos níveis de 1990; Até 2030, redução de 15 a 25% em relação aos níveis de 1990.	Permitidos regionalmente, sem limites.
Comércio de Emissões Suíça	2013	Até 2020, redução de 20% em relação aos níveis de 1990; Até 2030, redução de 35% em relação aos níveis de 1990; Até 2050, redução de 50% em relação aos níveis de 1990.	Podem ser utilizados para cumprir até 4,5 - 11% das obrigações, a depender das condições.
Comércio Piloto de Emissões Chongqing (China)	2014	Até 2020, redução de 19,5% da intensidade de carbono em comparação à 2015.	Podem ser utilizados para cumprir até 8% das obrigações.

Esquema	Criação	Metas	Créditos de Carbono
Comércio Piloto de Emissões Hubei (China)	2014	Até 2020, redução de 19,5% da intensidade de carbono em comparação à 2015.	Podem ser utilizados para cumprir até 10% das obrigações.
Comércio de Emissões Coréia do Sul	2015	Até 2020, redução de 30% em relação aos níveis de 1990; Até 2030, redução de 15 a 37% em relação aos níveis de 1990.	Podem ser utilizados para cumprir até 10% das obrigações.
Comércio de Emissões Canadá – Ontário	2016	Até 2020: redução de 15% aos níveis de 1990; Até 2030: redução de 37% aos níveis de 1990; Até 2050: redução de 80% aos níveis de 1990.	Podem ser utilizados para cumprir até 8% das obrigações.
Comércio Piloto de Emissões Fujian (China)	2016	Até 2020, redução de 19,5% da intensidade de carbono em comparação a 2015.	Podem ser utilizados para cumprir até 5% das obrigações.
Comércio de Emissões para Geradores de Eletricidade Massachusetts (Estados Unidos)	2016	Até 2020, redução de 25% em relação aos níveis de 1990; Até 2050, redução de 80% em relação aos níveis de 1990.	Não inclui.
Comércio de Emissões da China	2017	Até 2020: redução de 40-45% em relação aos níveis de 2005; Até 2030: redução de 60-65% em relação aos níveis de 2005.	O uso está previsto, mas sem percentual definido. ²⁷

Fonte: Elaboração própria, a partir de ICAP (2018)

²⁷ No momento da realização deste trabalho, este Comércio de Emissões se encontrava em fase de definição de seus regulamentos e especificações.

O MDL, por sua vez, é o mecanismo de geração de créditos de carbono de maior expressividade mundial, com maior adesão em número de projetos, créditos certificados e volumes transacionados (WATTS, ALBORNOZ e WATSON, 2015). Além disso, ao contrário da Implementação Conjunta, envolveu um maior número de países fora do continente europeu, possibilitando maior disseminação das ações. Por tais razões, o MDL foi escolhido para o aprofundamento das análises neste trabalho, no que diz respeito aos créditos de carbono do mercado regulado.

O Artigo 12 do Protocolo de Quioto (UNFCCC, 1998) dispôs sobre o objetivo do MDL:

“(…) Assistir as Partes não incluídas no Anexo I a atingirem o desenvolvimento sustentável, contribuindo com o objetivo principal da Convenção, além de ajudar as Partes incluídas no Anexo I a cumprirem suas metas de emissões, conforme Artigo 3”.

Sendo assim, as Partes não incluídas no Anexo I receberiam benefícios pelos projetos executados, traduzidos em reduções de emissões certificadas (CERs²⁸), enquanto que as Partes do Anexo I poderiam utilizar essas CERs para atender a parte²⁹ de seus compromissos de redução.

Definiu-se a CQNUMC como autoridade principal do MDL através da criação de um Conselho Executivo, responsável por orientar e supervisionar todas as atividades compreendidas no mecanismo. Ainda, as CERs deveriam ser certificadas por Entidades Operacionais Designadas (DOEs³⁰) por esse Conselho Executivo, a fim de garantir o atendimento dos princípios do mecanismo: (i) voluntariedade no desenvolvimento de projetos, a partir dos países não incluídos no Anexo I; (ii) projetos com benefícios reais, mensuráveis e de longo prazo relacionados à mitigação das mudanças climáticas; e (iii) reduções nas emissões adicionais às que ocorreriam na ausência da atividade de projeto.

Existem 16 escopos setoriais aplicáveis para os projetos de MDL (UNFCCC, 2017a): (1) Indústria Energética (Fontes Renováveis/Não Renováveis); (2) Distribuição de Energia; (3) Demanda de Energia; (4) Indústria da Manufatura; (5) Indústria Química; (6) Construção; (7) Transporte; (8) Mineração/Produção Mineral; (9) Produção de Metais; (10) Emissões fugitivas

²⁸ Do inglês, *Certified Emissions Reductions*.

²⁹ O percentual permitido para utilização em CERs para o cumprimento de metas variou para cada país membro, visto que os limites foram estabelecidos a partir dos inventários de emissões referentes ao ano base de 1990. Os participantes da Alemanha, por exemplo, puderam utilizar 22% de CERs para atendimento de seus objetivos, enquanto que na Eslováquia esse percentual foi de 7%. Todavia, a maioria dos membros europeus (14 de 27) tinha um limite de utilização de CERs de 10% (NEUHOFF e VASA 2011).

³⁰ Do inglês, *Designated Operational Entity*.

de combustíveis (sólidos, petróleo e gás); (11) Emissões fugitivas da produção e consumo de halocarbonos e hexafluoreto de enxofre; (12) Uso de solventes; (13) Disposição e Manejo de Resíduos; (14) Florestamento/Reflorestamento; (15) Agricultura e (16) Captura e estocagem de carbono em formações geológicas.

São passíveis de obtenção de certificações os projetos que se enquadrem em uma das metodologias existentes, comprovando a redução ou remoção dos GEE permitidos a partir de um cenário de linha de base. As metodologias disponíveis por escopo setorial e seus respectivos cenários de linha de base foram definidos pelo Livro de Metodologias do MDL³¹ (UNFCCC, 2017a), sendo permitida a criação de novas metodologias, desde que seguidas as etapas de acreditação das mesmas.

O ciclo de um projeto de MDL consiste em 7 etapas distintas, representadas na Figura 9 e detalhadas a seguir (UNFCCC, 2017b).

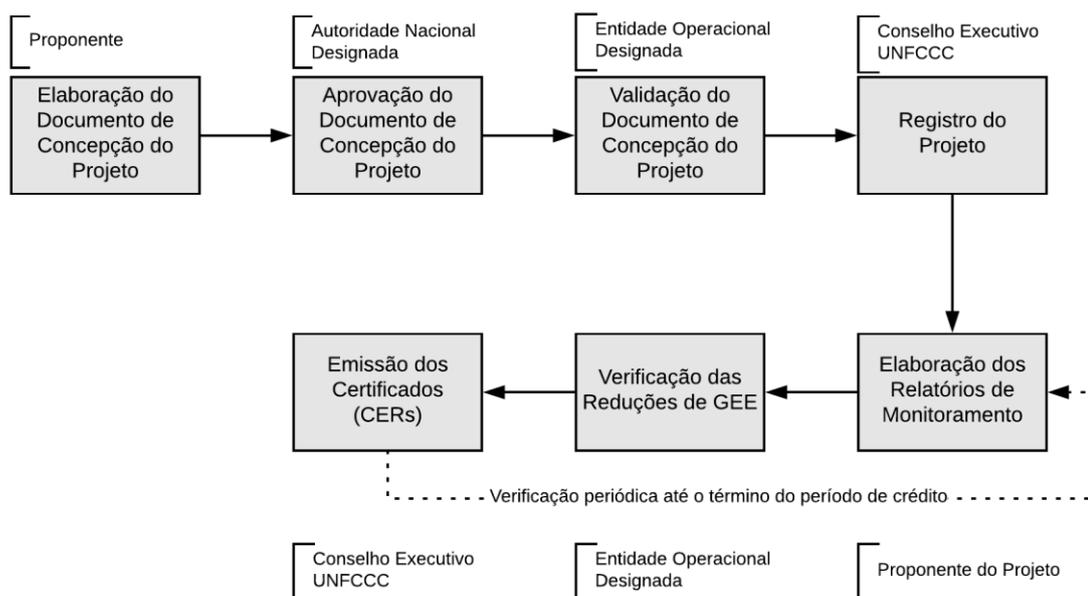


Figura 9 - Ciclo de um projeto de créditos de carbono no MDL

Fonte: Elaboração própria, a partir de UNFCCC (2017b)

³¹ Em inglês, *CDM Methodology Booklet*.

I. **Elaboração do Documento de Concepção de Projeto**³²

O proponente do projeto (empresa/pessoa/entidade que irá desenvolver a atividade) deve preparar um documento nos moldes requeridos pelo MDL³³, contendo as seguintes informações:

- A. Descrição da atividade do projeto: apresentação do propósito e descrição geral, localização, incluindo coordenadas geográficas, detalhamento das tecnologias e medidas aplicadas, participantes do projeto e informações sobre o financiamento público do projeto (se houver);
- B. Aplicação da Metodologia: indicação da metodologia selecionada e do cenário de linha de base aplicado, definição dos limites do projeto (fontes e gases de efeito estufa incluídos ou excluídos), estabelecimento e descrição da linha de base, demonstração de adicionalidade, cálculo e demonstração das reduções de emissões e definição do plano de monitoramento.
É importante observar que a demonstração da adicionalidade do projeto constitui a etapa de maior importância e nível de complexidade, devendo ser aplicada ferramenta de cunho específico³⁴ para analisar alternativas existentes ao projeto implementado, realizar análise financeira, a fim de verificar os indicadores do projeto e como estes podem se beneficiar da implementação da atividade, avaliar as barreiras existentes ao desenvolvimento da atividade (institucional/tecnológica), além de demonstrar que o projeto não constitui prática comum na região de interesse.
- C. Duração do projeto e período de crédito: determinação da data de início do projeto e seu tempo de duração. É possível optar por períodos de créditos de 7 anos, renováveis por até duas vezes³⁵ ou um período único de 10 anos.
- D. Impactos Ambientais: demonstração dos impactos ambientais associados e provimento de resultados de uma avaliação de impacto ambiental (AIA).
- E. Consulta às partes interessadas: demonstração de que houve comunicação com os *stakeholders* locais a respeito da realização do projeto, incluindo um relatório com as respostas e comentários recebidos.

³² Em inglês, *Project Design Document*.

³³ Formatação específica, com seções pré-determinadas, com versão de 2017 disponível em: https://cdm.unfccc.int/filestorage/e/x/t/extfile-20170628103247392-PDD-Form05.pdf/PDD-Form05.pdf?t=dll8cGIxeTQzfDDrwhJwXXV_1t7tnFNUoEt

³⁴ *Methodological Tool for the demonstration and assessment of additionality, version 7.0*, disponível em: <http://cdm.CQNUMC.int/methodologies/PAMethodologies/tools/am-tool-01-v7.0.0.pdf>.

³⁵ Caso demonstrada a continuidade das reduções a partir do cenário de linha de base.

- F. Aprovação e autorização: apresentação de informações sobre os documentos para realização do projeto.

II. Aprovação pela Entidade Nacional Designada (DNA)

Em todos os países desenvolvedores de projeto, existe a necessidade de participação de uma instituição governamental, responsável por responder pelo país perante à CQNUMC. Todos os projetos são submetidos à essa organização para aprovação prévia, antes do envio ao Conselho Executivo da CQNUMC. No Brasil, a Autoridade Nacional Designada (DNA³⁶) é a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima (CIMGC), estabelecida no Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI)³⁷ desde 2002.

III. Validação por uma Entidade Operacional Designada (DOE)

O projeto e toda a evidência documental para atestar as informações nele contidas são enviados para uma terceira parte independente, acreditada pelo Conselho Executivo da CQNUMC. Após a verificação das informações, bem como visita de campo para averiguação das instalações, a DOE emite um relatório e um parecer que aprova o projeto, o qual segue para a próxima etapa.

IV. Registro

O Conselho da CQNUMC recebe o projeto, a atestação da DNA e da DOE e, caso não existam correções, o projeto é registrado. Nesta etapa, podem haver novas requisições, informadas ao proponente. É possível também que o projeto seja rejeitado, se não conseguir cumprir as exigências solicitadas.

V. Monitoramento

O projeto começa a monitorar suas atividades a partir da data de início estabelecida. Normalmente, as etapas anteriores são realizadas previamente ao início real das atividades, embora o MDL, em seu início, tenha aceitado projetos com as atividades iniciadas desde 2000 (UNFCCC, 2002). O relatório de monitoramento é o documento que demonstra as emissões realmente reduzidas, a partir de dados de operação.

VI. Verificação

Com base nos dados do monitoramento para o período verificado (a partir de 1 ano de operação), o proponente do projeto deverá contratar novamente uma DOE para atestar os dados

³⁶ Do inglês, *Designated National Authority*.

³⁷ Atualmente chamado de Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações (MCTIC).

monitorados, incluindo nova visita ao local de operação. É emitido um parecer que, se positivo, segue para o Conselho Executivo da CQNUMC.

VII. Emissão das certificações

O Conselho Executivo da CQNUMC avalia a documentação referente ao monitoramento e emite as certificações do proponente do projeto, em sítio *online*, disponibilizando para transação das CERs.

O tempo de duração do ciclo do projeto é variável, uma vez que depende da participação de diversos atores e, na ocorrência de questionamentos, os prazos são estendidos para novas avaliações. Na realidade, o processo burocrático associado ao ciclo dos projetos foi uma grande crítica ao MDL ao longo dos anos: o tempo médio compreendido entre a entrada do projeto na plataforma da CQNUMC e a efetivação do registro passou de 250 dias, em 2005, para 600 dias em 2009. No entanto, o Conselho Executivo conseguiu reduzir este tempo, mantendo-o abaixo dos 400 dias (SHISHLOV e BELLASSEN, 2012).

Quanto aos custos, estão associados a etapas distintas e realizadas por diferentes agentes, por exemplo empresas especializadas de consultoria e empresas de validação e verificação, cujas estratégias de comercialização podem variar conforme seu posicionamento de mercado e, portanto, são pouco previsíveis. Além disso, a depender do tipo e dimensão da atividade, os custos também podem sofrer significativa variação.

No que se refere ao setor energético, existem três escopos setoriais associados, sendo: Escopo Setorial (1) - Indústria de Energia (Renovável/Não Renovável); Escopo Setorial (2) – Distribuição de Energia; e Escopo Setorial (3) – Demanda de Energia. Especificamente para a geração de eletricidade renovável são 17 metodologias específicas abrangendo as fontes: biomassa, hidroeletricidade, solar, eólica, geotérmica e ondas e marés. Cada metodologia apresenta definições quanto ao tipo de tecnologia, potência instalada, localização do projeto, dentre outras informações.

3.1.2 Mercado Voluntário de Carbono

Os mercados voluntários de carbono funcionam fora de mecanismos de regulamentação específica de redução de emissões. Sendo assim, esses mercados operam a partir da vontade de empresas, organismos e indivíduos em adquirir certificações. A demanda por créditos de carbono nos mercados voluntários decorre de duas situações principais: a primeira é a aquisição por compradores (principalmente empresas) para compensação de suas emissões, com intuito de melhorar indicadores ambientais e demonstrar posicionamento de liderança ambiental, com vistas à competitividade do mercado. A segunda consiste na aquisição das unidades por agentes de mercado, como forma de antecipação de possíveis regulamentações para controle de emissões (BHATIA, 2012, HAMRICK e GALLANT, 2017).

Uma importante alavanca para a disseminação do mercado voluntário foi o estabelecimento da *Chicago Climate Exchange* (CCX), ou Bolsa do Clima de Chicago, nos Estados Unidos. Com início de suas operações em 2003, a iniciativa consistiu em um comércio de emissões voluntário, ou seja, sem obrigações ou penalidades aos participantes.

Após a decisão dos Estados Unidos em não ratificar o Protocolo de Quioto, em 2001, as organizações do país passaram a buscar alternativas para manter uma “Agenda do Clima”, considerando as discussões internacionais crescentes. A CCX surgiu então com o intuito de criar um ambiente experimental para melhor compreender um mercado ainda pouco conhecido e respaldar uma possível regulamentação para controle de emissões a ser criada para os Estados norte-americanos. Membros optavam por participar voluntariamente e, se o fizessem, deveriam obedecer aos limites de emissão, podendo transacionar os créditos denominados *Carbon Financial Units* (CFIs) (CALAEL, 2013; EXERGIA, 2007).

A bolsa contou com mais de 500 participantes, com indústrias relevantes como a Ford e a DuPont, e com uma redução de emissões acima dos 400 milhões de toneladas de carbono equivalente (SABBAGHI e SABBAGHI, 2011; MIT, 2009). Todavia, a bolsa perdeu forças ao longo do tempo. Participantes antecipavam a definição de metas de redução no país, o que não ocorreu, desmotivando a participação e afetando os valores das transações. A bolsa encerrou suas atividades em 2010, quando foi adquirida pela *Intercontinental Exchange* (ICE) (HAMRICK e GALLANT, 2017; STUMHOFER, 2010).

Por outro lado, permaneceu o sistema de comercialização conhecido como mercado de balcão³⁸, consistindo em um sistema de acordos bilaterais do qual participam os proponentes

³⁸ Em inglês *over-the-counter*.

de projetos, os intermediários (que não desenvolvem projetos, mas compram e vendem certificações) e os compradores finais. Nesses mercados, não necessariamente existe um local de oferta e demanda (GODOY, 2009; COBERA, ESTRADA e BROWN, 2009; WEAVER, 2011) e as aquisições são realizadas entre os agentes de mercado, como qualquer outro produto.

Por se tratar de uma iniciativa voluntária, não existe um agente principal regulador de todas as certificações de carbono nesse mercado. Na verdade, ele funciona a partir da criação dos organismos de registro, que operam conforme suas próprias regulamentações, critérios e metodologias, embora pautados em uma série de aspectos definidos pelo MDL. Os registros operantes no mercado regulado são certificados junto à Aliança Internacional de Redução e Compensação de Carbono (ICROA³⁹), mesmo que não seja uma obrigação, uma vez que agrega maior credibilidade às operações.

São quatro⁴⁰ os principais registros voluntários hoje existentes, mas somente três deles autorizam o registro de projetos para a geração de eletricidade a partir de fontes renováveis:

- **Verified Carbon Standard (VCS):** Iniciativa conjunta do Grupo do Clima⁴¹, da Associação Internacional de Comércio de Emissões⁴² e do Conselho Mundial de Negócios para o Desenvolvimento Sustentável⁴³, lançada em novembro de 2007, consistindo em um programa global para redução e remoção de emissões de GEE. O VCS é responsável por toda a gestão do programa voluntário de redução de emissões, incluindo a criação e aprovação de padrões, ferramentas e metodologias, registro e certificação de projetos e acreditação de entidades de validação e verificação (VCS, 2017). Em 2017, a organização VCS teve o seu nome alterado para VERRA, no entanto, o registro de carbono manteve os seus registros e documentos com a denominação anterior.
- **Gold Standard:** Organização não governamental fundada há cerca de 10 anos, a fim de fomentar as melhores práticas dentro dos mercados de carbono. Responsável por estabelecer todas as diretrizes do programa, bem como manter a base de registro de projetos (GOLD STANDARD, 2018a).
- **American Carbon Registry (ACR):** Programa de certificação de emissões de GEE, consistindo em uma empresa sem fins lucrativos de propriedade da organização *Winrock International*, que trabalha ao redor do mundo em projetos que visam reduzir

³⁹ Do inglês, *International Carbon Reduction & Offset Alliance*.

⁴⁰ Além dos mencionados, o registro americano *Climate Action Reserve*.

⁴¹ Em inglês, *Climate Group*.

⁴² Em inglês, *International Emissions Trading Association*.

⁴³ Em inglês, *World Business Council for Sustainable Development*.

impactos ambientais, desigualdade social, dentre outros. Foi o primeiro registro privado de emissões do mundo, fundado em 1996. O ACR regulamenta projetos, cria e aprova metodologias, registra e certifica projetos, além de realizar a acreditação das entidades de terceira parte autorizadas a validar e verificar projetos, respeitando os padrões estabelecidos (ACR, 2018a).

Segundo Hamrick e Gallant (2017), o processo de certificação de projetos de créditos de carbono é muito similar entre os diferentes registros, correspondendo ao ciclo de projeto conforme apresentado na Figura 10.

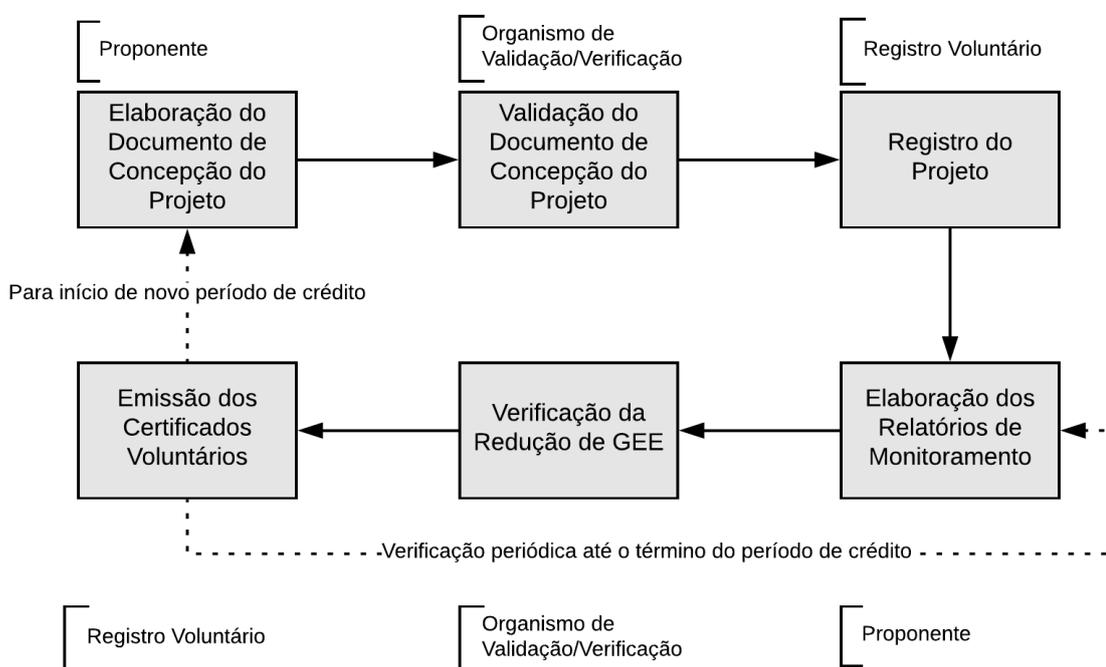


Figura 10- Ciclo básico de um projeto de créditos de carbono no mercado voluntário

Fonte: Elaboração própria

As etapas são muito semelhantes àquelas descritas para o MDL, sendo que as principais diferenças se referem à flexibilização dos prazos de análise e a inexistência da necessidade de comunicação a uma entidade nacional. Os trâmites são feitos entre o proponente do projeto, o órgão de registro (que aqui ocupa posição equivalente ao Conselho Executivo da CQNUMC) e as terceiras partes independentes, que consistem nas empresas de validação e verificação. A seguir, na Tabela 7, é apresentado um resumo dos critérios e procedimentos por registro.

Tabela 7 – Resumo de critérios para realização de projetos em registros voluntários de carbono

Critério	VCS	Gold Standard	ACR
Localização do projeto	Não existe restrição.	Não existe restrição.	Não existe restrição.
Tipo de projeto aceito	Que reduza emissões dos gases de efeito estufa estabelecidos pelo Protocolo de Quioto, dentre de uma das metodologias aprovadas pelo organismo.	Que reduza emissões dos gases de efeito estufa estabelecidos pelo Protocolo de Quioto, dentre de uma das metodologias aprovadas pelo organismo. Não são aprovados projetos relacionados ao uso de combustíveis fósseis.	Que reduza emissões dos gases de efeito estufa estabelecidos pelo Protocolo de Quioto, dentre de uma das metodologias aprovadas pelo organismo. Projetos de geração de energia são aceitos até a capacidade instalada máxima de 100MW e para projetos hidrelétricos o limite máximo é de 10MW.
Data de registro	A data de início do projeto refere-se ao dia em que efetivamente passou a evitar emissões, devendo ser posterior a 01/01/2002. O registro é feito mediante validação e pode ocorrer até dois anos após a data de início.	A data de início do projeto refere-se ao dia em que efetivamente passou a evitar emissões, devendo ser posterior a 10/09/2008. O registro é feito mediante validação e pode ocorrer até dois anos após a data de início.	A data de início do projeto deve ser após 01/01/2000, refletindo o início das operações da atividade requerida, todavia, se o projeto pedir a solicitação de registro há mais de dois anos do início real, deve ser apresentada evidência documental de que a mitigação de emissões estava na pauta do proponente do projeto.
Período de crédito	O período de crédito do projeto é de 10 anos, podendo ser renovado por mais duas vezes.	O projeto é certificado por 5 anos, com direito a renovação.	O período de crédito é de 10 anos, podendo ser renovado quantas vezes se conseguir comprovar a continuidade da adicionalidade do cenário de linha de base.
Metodologias	O VCS desenvolve metodologias próprias e aceita os métodos desenvolvidos pelo MDL e por outros registros voluntários. Os métodos referentes à geração de eletricidade renovável são aqueles criados pelo MDL.	O Gold Standard aceita suas metodologias próprias, bem como aquelas desenvolvidas pelo MDL ou por registros voluntários aprovados.	O ACR desenvolve metodologias próprias e aceita os métodos desenvolvidos pelo MDL. Os métodos referentes à geração de eletricidade renovável são aqueles criados pelo MDL.
Adicionalidade	Embora sejam aceitas metodologias que fazem uso de métodos de adicionalidade a partir da discussão de barreiras, o VCS recomenda a utilização de métodos de performance, sempre que disponível para o tipo de projeto proposto.	A comprovação de adicionalidade pode ser feita por metodologias do MDL ou do próprio Gold Standard.	Deve ser comprovada a adicionalidade a partir da averiguação de que o projeto não constitui prática comum, que enfrenta barreiras à sua implantação e que não é uma atividade exigida por legislação.
Titularidade	O direito de propriedade do projeto deve ser comprovado documentalmente, via contratos ou comprovação de propriedade dos equipamentos do projeto, por exemplo.	É obrigatória a comprovação de direito de propriedade do projeto e dos créditos por ele gerado, a partir de documentos, como contratos ou declarações.	É necessário comprovar o título sobre os créditos a serem emitidos, o que pode ocorrer pela propriedade dos equipamentos do projeto.

Critério	VCS	Gold Standard	ACR
Impactos Ambientais	O proponente do projeto deve demonstrar os impactos socioambientais associados à atividade e quais as ações tomadas para mitigação. Demonstração de impactos positivos adicionais à redução de emissões podem melhorar os indicadores do projeto.	Os projetos devem demonstrar uma contribuição clara para o desenvolvimento sustentável.	É requerida a demonstração dos impactos socioambientais do projeto, de forma a comprovar de que os impactos negativos não superam os positivos.
Rastreabilidade	O VCS é baseado em plataforma virtual, na qual ocorre toda a transação de documentos e comunicação entre os proponentes e as terceiras partes. Para cada pedido de emissão de créditos, é criado um número de série para as certificações.	O Gold Standard é baseado em plataforma virtual, na qual ocorre toda a transação de documentos e comunicação entre os proponentes e as terceiras partes. Para cada pedido de emissão de créditos, é criado um número de série para as certificações.	O ACR é baseado em plataforma virtual, na qual ocorre toda a transação de documentos e comunicação entre os proponentes e as terceiras partes. Para cada pedido de emissão de créditos, é criado um número de série para as certificações.
Coordenação com outros programas de redução de GEE	O mesmo projeto pode estar registrado em outros programas de redução de GEE, como MDL, desde que não requisite reduções para o mesmo período. É possível transferir projetos do MDL para o VCS, a partir de um projeto simplificado.	Projetos de outros registros podem transacionar para o Gold Standard, desde que validados pela sua metodologia.	O ACR recebe projetos avindos do MDL ou de outros registros voluntários, mas o documento é reescrito segundo o formato do ACR e passa pela validação segundo as regras mais recentes.
Coordenação com outros atributos ambientais	Atributos como os certificados de energia renovável não são considerados como unidades de redução de emissões e devem ser informados no projeto, caso estejam vinculados.	Não menciona.	O ACR permite a participação do projeto em outros programas que tratem dos benefícios ambientais que não sejam as reduções de emissões. O projeto não pode ter sido inserido em outros mecanismos de certificados de energia renovável, a menos que esteja clara esta participação.

Fonte: Elaborado a partir de VCS (2017); GOLD STANDARD (2018a); ACR (2018a)

3.2 Créditos de Carbono a Partir de Fontes Renováveis para Eletricidade

As atividades de mitigação no setor energético estiveram entre as possibilidades de obtenção de créditos de carbono desde o início dos mercados – no âmbito regulado ou voluntário, incluindo a geração de eletricidade a partir de fontes renováveis. Conforme mencionado previamente, tais mercados estão funcionando há pelo menos uma década. Para analisar a evolução dos créditos advindos da eletricidade de fontes renováveis, foram avaliados dados desses mercados, com enfoque aos projetos registrados (para o MDL e os registros voluntários descritos), tanto no contexto mundial quanto no brasileiro. A obtenção das informações e a construção do banco de dados seguiram a metodologia de pesquisa detalhada a seguir.

3.2.1 Metodologia para a construção da base de dados

A base de dados cujos resultados são apresentados nas seções seguintes, foi construída a partir de pesquisa em plataformas virtuais existentes e da coleta de informações complementares disponibilizadas em publicações oficiais de agências e organizações.

No que diz respeito às informações relacionadas aos projetos do mercado regulado, considerou-se como fonte principal de dados a plataforma virtual do MDL, disponível a partir do sítio virtual da UNFCCC⁴⁴. Inicialmente, foram acessados todos os projetos da plataforma, através da opção denominada “*Project Search*”. Nesta busca foram selecionados os três escopos setoriais relacionados à energia, de números 1, 2 e 3. Os resultados continham: (i) data do registro do projeto; (ii) nome do projeto; (iii) país onde foi desenvolvido; (iv) outros países envolvidos; (v) metodologia; (vi) reduções anuais de emissões estimadas; e (vii) número de referência. Esses foram salvos e alocados em planilha de *Microsoft Office Excel*®, a partir da qual os dados receberam os demais tratamentos.

A fim de se obter o total de projetos referentes à geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis consultou-se o guia metodológico do MDL publicado pela UNFCCC, que indicou 17 metodologias específicas⁴⁵ para a atividade mencionada. Aplicou-se um filtro a

⁴⁴ <http://cdm.unfccc.int/>

⁴⁵ Disponíveis na Figura VII-1 do documento, publicado em: https://cdm.unfccc.int/methodologies/documentation/meth_booklet.pdf.

todos os projetos desenvolvidos através das referidas metodologias, totalizando a base mundial de projetos de geração de eletricidade proveniente de fontes renováveis. A separação por tipo de fonte se deu por avaliação dos títulos, através da pesquisa de palavras-chaves, em língua inglesa, relacionadas ao tipo de fonte procurada (por exemplo, “*wind*” para eólica). As fontes foram classificadas em: hidrelétrica (incluindo pequeno e grande porte), eólica (incluindo *on-shore* e *off-shore*), solar (incluindo fotovoltaica e de concentração), geotérmica e biomassa (que incluiu os projetos à biogás). O termo “outros” foi adotado para projetos sem identificação possível ou de tecnologias com menor expressividade, como aquelas a partir do aproveitamento das ondas e marés. Após essa classificação, os dados foram trabalhados em gráficos, conforme apresentados nas seções deste capítulo.

Um refinamento maior foi aplicado para os projetos brasileiros, os quais foram avaliados individualmente. Esses foram filtrados a partir da base de dados principal através da coluna “país” e acessados manualmente na plataforma do MDL, tendo sido consultados os documentos de projeto, bem como relatórios de monitoramento e pedidos de verificação, possibilitando avaliar os créditos de carbono que foram efetivamente emitidos. Assim, para os projetos brasileiros foi possível identificar o número de projetos por fonte, o número de créditos emitidos, a potência instalada, a geração anual de eletricidade estimada por projeto e a linha do tempo.

Já em relação aos projetos relacionados ao mercado voluntário, a pesquisa foi realizada em três plataformas virtuais distintas, referentes ao VCS, ACR e Gold Standard⁴⁶. No VCS a busca se deu através da ferramenta “*Advanced Search*”, na qual procedimentos similares àqueles utilizados para o MDL foram adotados, a saber, a seleção de todos os projetos dos escopos setoriais 1, 2 e 3, tendo em vista que são os mesmos que aqueles utilizados no MDL. As informações disponibilizadas pelo site, a saber – (i) código do projeto; (ii) nome do projeto; (iii) proponente do projeto; (iv) país de realização e (v) reduções anuais de emissões estimadas - foram em mesmo formato de arquivo previamente mencionado, no qual receberam o mesmo tratamento para a elaboração dos gráficos e tabelas. Procedimentos similares foram realizados nas plataformas virtuais do ACR e Gold Standard, com a diferença de que no ACR não existe ferramenta de busca avançada no site, tendo sido necessário salvar a base de dados completa, disponibilizada em “*Projects Report*”. Para o caso do Gold Standard a totalidade das informações de projetos foi salva em arquivo de *Excel*, no entanto, a diferenciação por tipo de

⁴⁶ Disponíveis em: <https://www.vcsprojectdatabase.org/#/home>,

fonte foi realizada por uma informação original disponibilizada, denominada “*Project Type*”, sendo possível distinguir a fonte de energia de forma direta.

O procedimento de estruturação das informações para os projetos brasileiros do mercado voluntário ocorreu da mesma forma que aquela descrita para o MDL, ou seja, por meio do acesso individual dos projetos.

3.2.2 *Mundo*

Conforme previamente abordado, a demanda por créditos de carbono em uma perspectiva regulada é dependente das regulamentações. Por isso, faz-se necessário compreender esse contexto para avaliar a evolução dos projetos. Em se tratando do MDL, são retomados os estágios do Protocolo de Quioto.

O Protocolo de Quioto teve o seu primeiro período de comprometimento operante entre os anos de 2008 e 2012, sendo o segundo período iniciado em 2013, finalizando em 2020. Em 2012, na COP 18, em Doha (Catar), foi proposta uma emenda ao Protocolo a fim de renovar as metas dos países do Anexo I, estabelecendo a redução de 18% das emissões aos níveis de 1990 entre 2013 e 2020. Todavia, para que a emenda entrasse em vigor era necessário que pelo menos 3/4 das Partes (144 países) do Protocolo de Quioto realizassem a aceitação formal. Até janeiro de 2018, 111 partes haviam indicado esta aceitação (UN, 2018). Ao mesmo tempo, a emenda indicou que os países poderiam aplicar provisoriamente as regras enquanto a entrada em vigor estivesse pendente e aqueles que decidissem não aderir deveriam manter seus compromissos, em concordância com suas legislações e procedimentos nacionais (UNFCCC, 2012a, 2014).

Discute-se que a resistência em aderir ao segundo período de comprimento ocorreu por alguns motivos, dentre eles o fato de que a mitigação não seria tão efetiva sem o estabelecimento de metas de redução para países com os principais perfis de emissões, como os Estados Unidos e a China; além dos efeitos da crise econômica global que se iniciou em 2008 (GHEZLOUN *et al*, 2013). Este comportamento era esperado, considerando que na COP 15, realizada em 2009 em Copenhague, eram altas as expectativas para as discussões de Quioto pós-2012, todavia, não ocorreram avanços significativos.

Além disso, especificamente tratando do MDL, a partir de sua implementação e funcionamento questionamentos diversos foram levantados acerca de alguns aspectos, como a discrepância da distribuição de projetos, a contribuição real com a redução de emissões e o

desenvolvimento sustentável, as ferramentas de comprovação de adicionalidade, dentre outras questões, cuja abordagem analisa-se no Capítulo 4.

Tais questionamentos influenciaram também nas decisões do EU-ETS, que correspondeu ao principal fator gerador de demanda por créditos de carbono do MDL. Em 2012, foi anunciado que créditos advindos de projetos registrados a partir de 01 de janeiro de 2013 só seriam aceitos se fossem procedentes de países menos desenvolvidos⁴⁷ (EU, 2015).

Até hoje, o MDL consistiu na maior plataforma de créditos de carbono do mundo, tendo registrado 7.803 projetos e emitido aproximadamente mais de 1,9 bilhão de créditos, o que torna importante a análise da participação dos projetos nessa plataforma.

A partir da metodologia de pesquisa mencionada na subseção anterior, foram encontrados 6.960 projetos nos três escopos setoriais relacionados à energia (1, 2 e 3), ou seja, perto de 90% do total dos projetos registrados no mecanismo e cerca de 670 milhões de reduções anuais⁴⁸ previstas. O refinamento posterior, com base na utilização de pelo menos uma das 17 metodologias categorizadas pela CQNUMC para a geração de eletricidade, resultou em um total de 5.211 projetos e 531.827.269 reduções anuais previstas, o que evidenciou o predomínio de projetos do tipo, representando 75% dos projetos relacionados à energia e 80% em termos de reduções anuais previstas.

A partir da base de dados estabelecida, foi possível fazer algumas análises. No que diz respeito à localização, conforme mostrado na Figura 11, verificou-se que em termos de número de projetos, a China e a Índia são os principais países, estando o Brasil em 3ª colocação, com resultados próximos ao do Vietnã. A China é responsável por mais da metade dos projetos e os dez primeiros colocados do ranking respondem por mais de 90% do total, sendo 78 os países com projetos nesta categoria.

A mesma análise, considerando a expectativa anual de geração de créditos de carbono (Figura 12) mostrou uma configuração um pouco diferente dos 10 principais países, todavia, mantendo os primeiros quatro colocados na mesma ordem decrescente: China, Índia, Brasil e Vietnã. Novamente, a contribuição de apenas 10 países ultrapassa os 90% de representatividade.

⁴⁷ Definido pelas Nações Unidas como um grupo de 47 países de baixa renda que enfrentam impedimentos severos para o desenvolvimento sustentável, com alta vulnerabilidade econômica e ambiental.

⁴⁸ De reduções certificadas de emissões ou créditos de carbono.

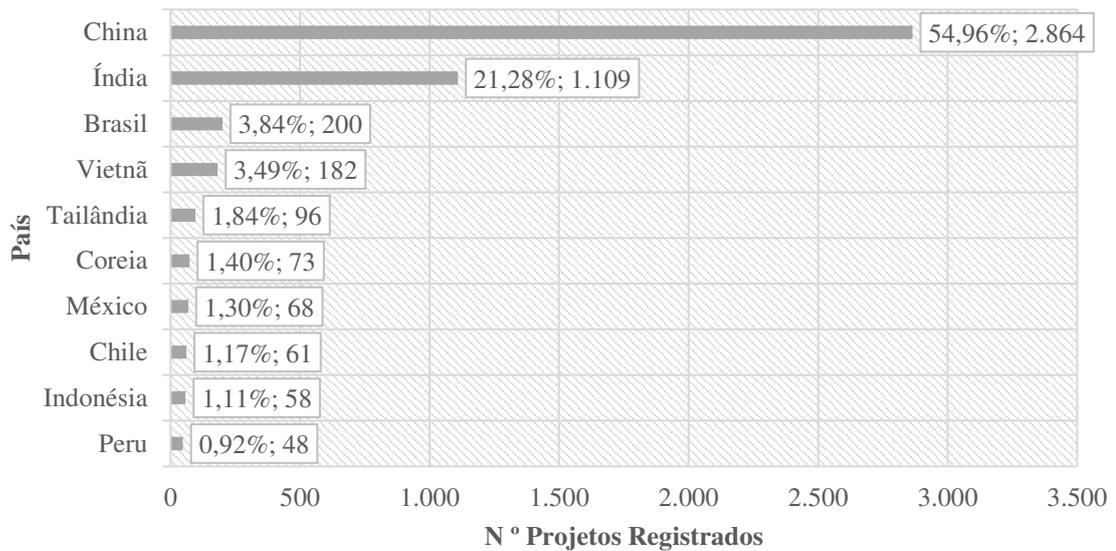


Figura 11 - Ranking dos dez países com maior participação em nº de projetos registrados de MDL para geração de eletricidade a partir de fontes renováveis - dados de abril de 2018

Fonte: Elaboração própria, a partir de UNFCCC (2018b)

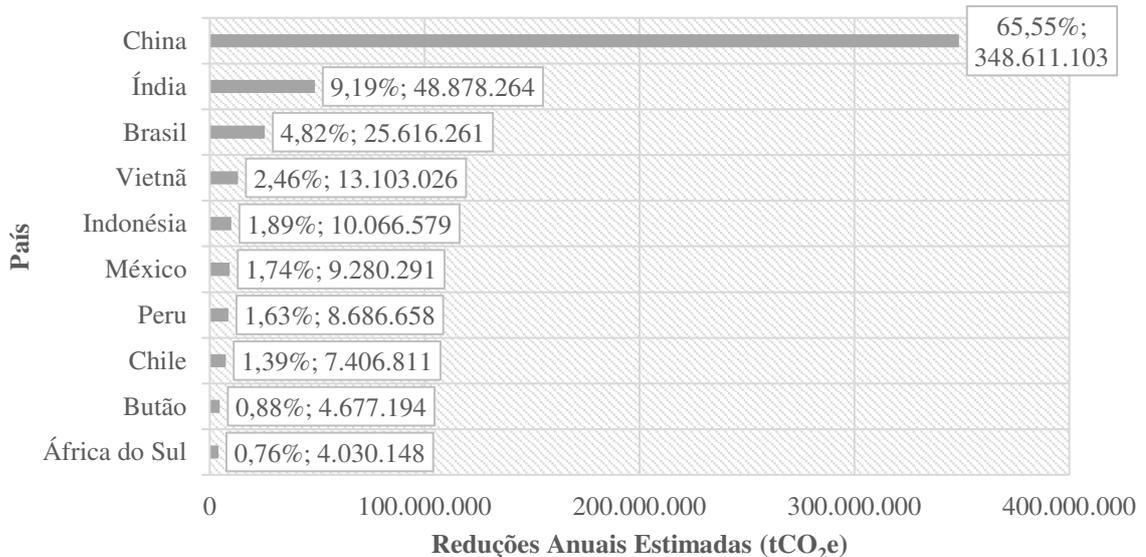


Figura 12 - Ranking dos dez países com maior participação em reduções anuais de GEE em projetos de MDL para geração de eletricidade a partir de fontes renováveis - dados de abril de 2018

Fonte: Elaboração própria, a partir de UNFCCC (2018b)

A partir do refinamento foi possível categorizar os projetos por fonte (biomassa, eólica, hidroeletricidade, eólica, geotérmica, solar e outras⁴⁹), a partir de palavras-chave nos títulos dos projetos, e identificar também o ano do registro do projeto (disponibilizado pela base de dados

⁴⁹ Incluindo Ondas e Marés e projetos não identificados previamente.

utilizada), para verificar a evolução dos registros ao longo do tempo. A Tabela 8 apresenta os dados absolutos de número de projetos e o somatório das reduções anuais estimadas nos projetos, por fonte, sendo que a base de dados mostrou projetos registrados entre os anos de 2005 a 2017.

Tabela 8 – Dados absolutos de nº de projetos reduções anuais previstas, por fonte, para o MDL - dados de abril de 2018

Fonte	Nº Projetos	Somatório das Reduções Anuais Previstas (tCO ₂ e)
Biomassa	698	44.883.263
Eólica	2210	203.836.409
Geotérmica	29	11.394.839
Hidroelétrica	1858	242.434.377
Solar	354	10.833.775
Outras	62	18.444.606
Total	5211	531.827.269

Fonte: Elaboração própria, a partir de UNFCCC (2018b)

A fonte eólica foi a principal fonte para número de projetos registrados, enquanto que a fonte hidrelétrica apresentou o maior potencial de reduções anuais previstas. A importância de observar esses dois fatores separadamente é compreender a diferença entre qual tipo de fonte teve maior adesão ao mecanismo (nº de projetos) e quais fontes possuem capacidade de entregar maior quantidade de créditos de carbono efetivamente.

Assim, as Figuras 13 e 14 apresentam os resultados respectivamente em número de projetos e em somatório de reduções anuais previstas para as fontes, durante os anos em que ocorreram registro de projetos. Ao final, verificou-se que, para algumas fontes, houve uma distribuição relativamente similar a cada ano, tanto considerando o número de projetos registrados (Figura 13), quanto a quantidade de reduções anuais previstas (Figura 14). Além disso, alguns diferentes “momentos” puderam ser observados. Os projetos de biomassa, por exemplo, foram os principais durante os três primeiros anos (2005-2007), quando então as fontes eólica e hidrelétrica passaram a ser predominantes. O maior registro de projetos ocorreu no ano de 2012, para todas as fontes, com queda nos registros em todos os casos após esse ano.

Comparando as duas figuras, foi possível observar que a fonte de geração solar mostrou maior expressividade em número de projetos do que em reduções anuais previstas, ou seja, embora mais empreendimentos tenham sido registrados, o seu potencial de geração de créditos é inferior. Isso ocorre porque o número de projetos não reflete a capacidade instalada, que, de forma geral, ainda é inferior para a tecnologia solar. Além disso, os resultados de créditos de carbono produzidos estão diretamente relacionados à quantidade de energia elétrica gerada,

fator que também varia a depender da tecnologia, mesmo que considerando uma mesma capacidade instalada.

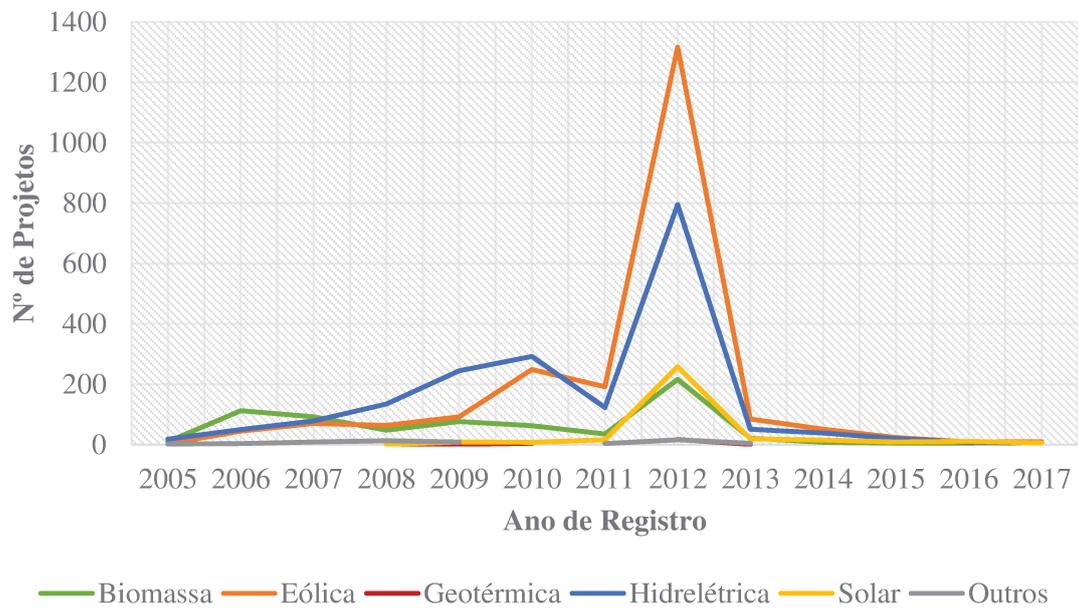


Figura 13 – N° de projetos registrados por ano no MDL (mundo) para geração de eletricidade, por fonte - dados de abril de 2018⁵⁰

Fonte: Elaboração própria, a partir de UNFCCC (2018b)

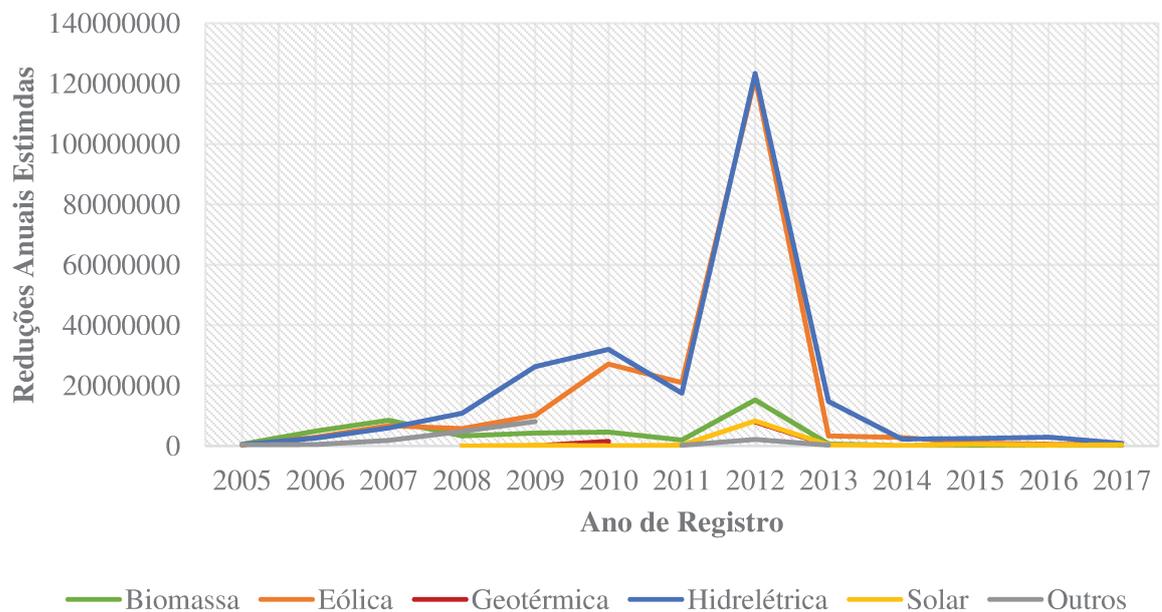


Figura 14 – Somatório de reduções anuais estimadas dos projetos registrados por ano no MDL (mundo) para geração de eletricidade, por fonte - dados de abril de 2018⁵⁰

Fonte: Elaboração própria, a partir de UNFCCC (2018b)

⁵⁰ Em projetos de biomassa estão inseridos aqueles relacionados a biogás.

Finalmente, a Figura 15 apresenta números absolutos de projetos registrados, ano a ano, considerando apenas aqueles categorizados para a geração de eletricidade a partir de fontes renováveis.

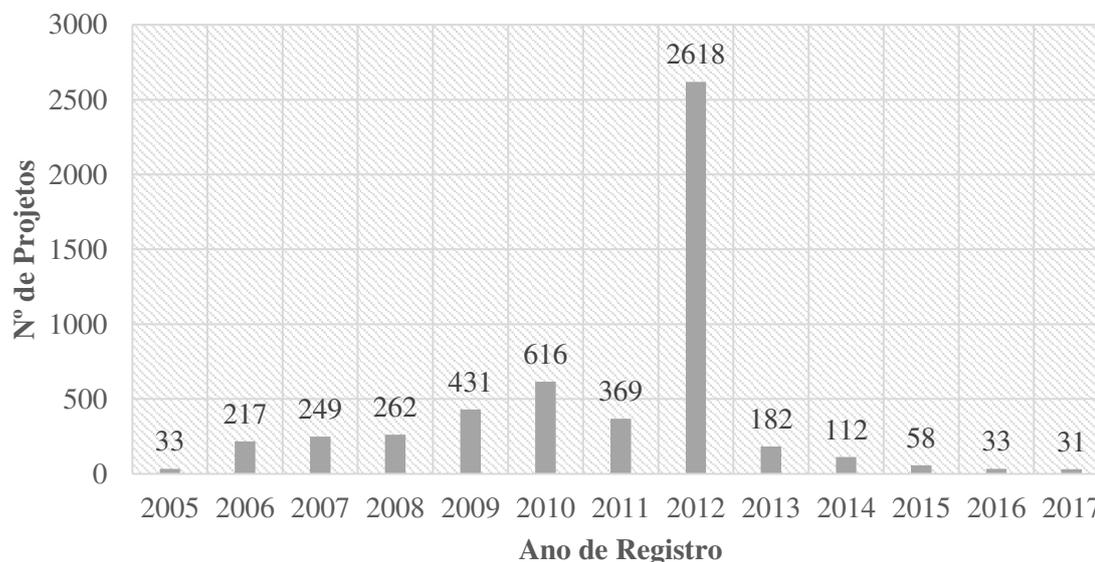


Figura 15 – Nº de projetos de MDL (mundo) registrados para a geração de eletricidade a partir de fonte renovável, por ano de registro - dados de abril de 2018

Fonte: Elaboração própria, a partir de UNFCCC (2018b)

É possível observar o aumento de projetos registrados entre 2005 e 2010, decaindo em 2011 e o aumento expressivo em 2012 (cerca de 50%). Este comportamento pode estar associado ao final do primeiro período de comprometimento do Protocolo de Quioto, quando ainda se discutiam as definições para o próximo período, e, principalmente, à decisão do EU-ETS em aceitar apenas projetos advindos de países menos desenvolvidos, caso registrado após 01 de janeiro de 2013. Tais fatores também justificam o decaimento no número de registros após 2012.

É importante ressaltar que os projetos registrados podem gerar créditos de carbono durante um período de 7 (renovável) ou 10 anos (único). Assim, o fornecimento de créditos não necessariamente estaria comprometido sem a adesão de novos participantes, a não ser que um aumento significativo da demanda ocorresse.

O comportamento dos preços dos créditos de carbono também auxilia na análise. Esses flutuaram ao longo dos anos, sendo definidos pela oferta e demanda, por tipo de projeto, e tendo como principais compradores os países com metas obrigatórias dentro do Protocolo de Quioto. A Figura 16 mostra uma variação média do preço do crédito entre 2008 a 2017, em euros.

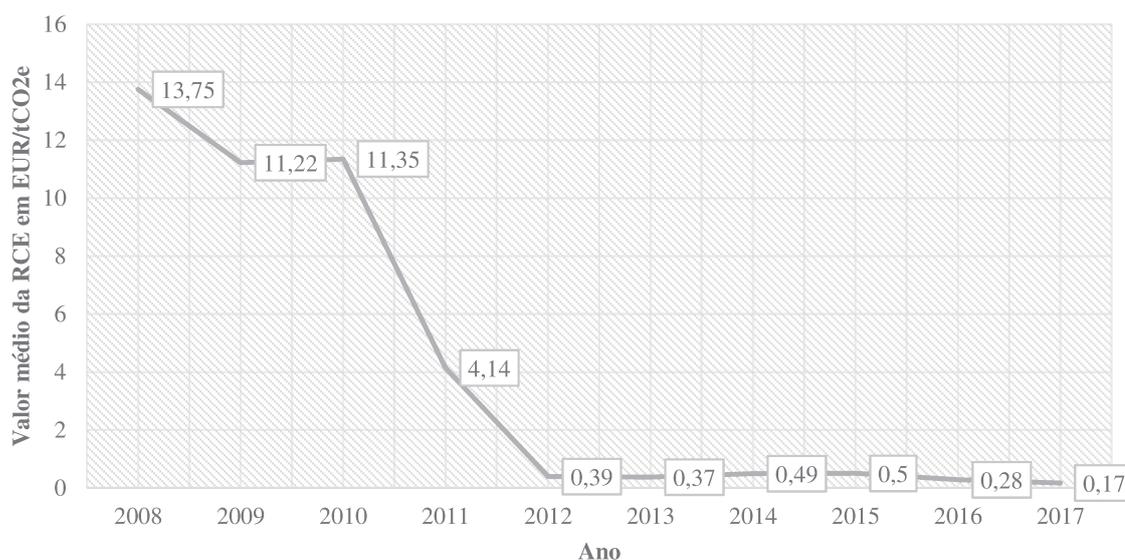


Figura 16 – Preços médios das reduções certificadas de emissão entre 2008 a 2017.

Fonte: Elaboração própria, a partir de dados de EEX (2018).

Verificaram-se valores médios de 11 a 13 €/t CO_{2e} entre 2008 e 2010, decaindo para perto de 4 €/t CO_{2e} em 2011 e, desde 2012, em valores abaixo de 1 €/t CO_{2e}. Essa desvalorização (também relacionada aos motivos supracitados anteriormente) é outro forte fator de influência na queda do número de novas solicitações de registro desde 2012.

Devido a quantidade de dados avaliados, não foi possível averiguar a quantidade de créditos realmente emitidos por projeto, pois essa informação precisa ser obtida individualmente, através dos relatórios de monitoramento ou pelo calendário de emissões disponibilizado no domínio virtual do MDL, no qual faz-se necessário verificar a emissão a cada dia desde o início do funcionamento do mecanismo⁵¹. Todavia, a seção de análises estatísticas do MDL disponibiliza algumas informações consolidadas⁵², como por exemplo as apresentadas na Figura 17, considerando todas as categorias de projeto existentes no MDL.

⁵¹ Pode ser encontrado em: http://cdm.unfccc.int/Issuance/cers_for_date.html

⁵² Realizados a partir de taxa de emissão da proporação de CERs emitidas sobre as CERs esperadas a serem emitidas.

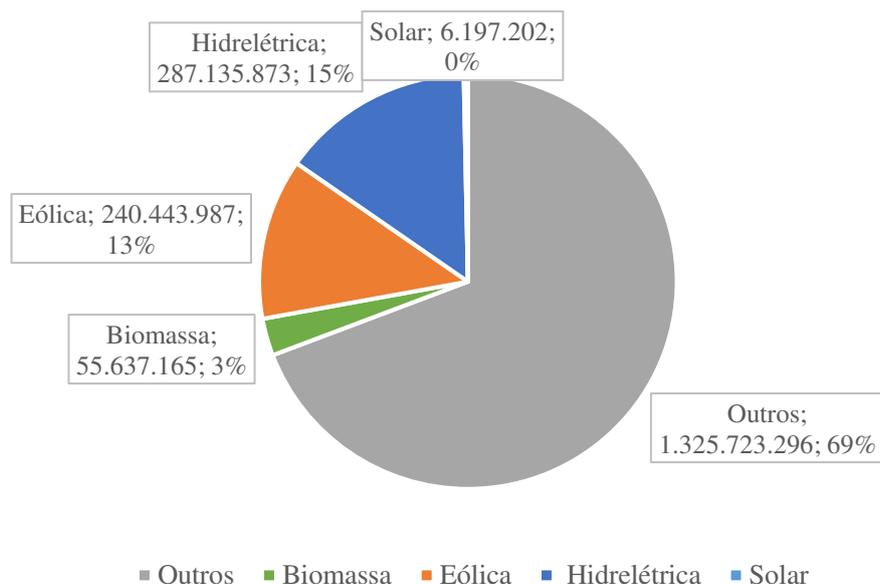


Figura 17 – Emissão de créditos do MDL - Dados de junho de 2018⁵³

Fonte: Adaptado de UNFCCC (2018c)

As informações da Figura 17 mostram que, apesar de representarem o maior número de projetos registrados no MDL, as fontes renováveis de energia (nessa figura, separadas apenas em biomassa, hidrelétrica, solar e eólica – conforme dados disponibilizados) não totalizam a maior quantidade de créditos de carbono efetivamente emitidos. Dentre essas fontes, as maiores participações são de hidrelétricas e eólicas, que também apresentam o maior número de projetos.

A alta contribuição de outros tipos de projeto mostrados nos gráficos (nesse caso, qualquer categoria) decorre principalmente de atividades de mitigação de cunho industrial e que envolvem outros GEE, como hidrofluorcarbonos (HFCs), cujo potencial de aquecimento global é muito superior ao do CO₂⁵⁴, que é o GEE mais comum em projetos de energia renovável. Um estudo do Banco Mundial também pontuou esse mesmo comportamento para os anos iniciais do mecanismo (BOSI, CANTOR e SPORS, 2010).

No que se refere ao cenário mundial para os mercados voluntários de carbono, seu desenvolvimento vem ocorrendo paralelamente aos mercados regulados, principalmente incentivados por países não associados às metas obrigatórias ou setores não incluídos na regulamentação. É importante ressaltar que esses mercados também surgiram com o potencial de desenvolvimento de metodologias ainda pouco exploradas no MDL, como por exemplo

⁵³ Em projetos de biomassa estão inseridos aqueles relacionados a biogás.

⁵⁴ Disponível em IPCC (2014).

aquelas associadas ao conceito de conservação florestal. Todavia, também incluíram os projetos de geração de energia elétrica renovável, cuja participação foi avaliada a seguir.

A avaliação da participação dos projetos de eletricidade renovável no mercado voluntário se baseou nos resultados da metodologia de pesquisa aplicada (subseção 3.2.1) para compor a base de dados dos três registros: VCS, ACR e Gold Standard, bem como estudos específicos de mercado. Contatou-se que as bases de dados virtuais para tais registros são muito similares e fazem uso do mesmo desenvolvedor de *software*⁵⁵. Todavia, não oferecem a mesma quantidade de informações que o registro do MDL em uma visão geral dos projetos, como por exemplo, o ano de registro⁵⁶.

Foram encontrados 2.561 projetos registrados no mercado voluntário, considerando os registros avaliados, sendo 70% referente a projetos de energia e um pouco mais de 51% associados especificamente à geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis (Tabela 9).

Tabela 9 - Dados de projetos do VCS, Gold Standard e ACR

Registro	Nº Total de Projetos Registrados		
	Geral	Energia	Geração Elétrica Renovável
VCS	1.432	1.109	896
Gold Standard	870	682	407
ACR	259	20	5
Total Geral	2.561	1.811	1.308

Fonte: Elaboração própria, a partir de VCS (2018), ACR (2018b) e GOLD STANDARD (2018b)

O VCS é hoje a principal organização do mercado voluntário no mundo, tendo transacionado 33,1 milhões de créditos em 2016 (HAMRICK e GALLANT, 2017). Do total de projetos registrados em sua base de dados (vistos na Tabela 9), 77% diz respeito à energia e 63% do geral é especificamente de usinas de geração elétrica renovável. O Gold Standard é o segundo em número de projetos, sendo que os projetos em energia representam 78% do total e os específicos da geração de eletricidade de fontes renováveis, 54 %. Já o ACR tem menos de 8% de projetos associados ao setor energético e apenas 2% do total proveniente de fontes renováveis para o setor elétrico.

⁵⁵ APX, uma plataforma virtual de rastreamento, disponível: em <https://apx.com/>.

⁵⁶ Para obter essa informação, é necessário buscar individualmente em cada documento de projeto.

Dentre os projetos de energia não relacionados ao objeto de escopo (geração elétrica a partir de fontes renováveis), existem aqueles relacionados a medidas de eficiência, troca de combustível e utilização de fonte renovável (biomassa) para aproveitamento térmico, dentre outros.

Em relação ao local de desenvolvimento, os projetos avaliados originaram de 55 países. Assim como no MDL, foi constatada a maior participação em número de projetos em um reduzido conjunto de países. Nesse caso, 10 países responderam por mais de 90% do total de registros para a categoria avaliada (Figura 18), sendo a maior concentração em três principais, respectivamente, Índia, China e Turquia. Observa-se relevante posição ocupada pela Turquia, comportamento bastante distinto daquele verificado no MDL. Segundo Hamrick e Brotto (2017), o país é um dos principais fornecedores de créditos voluntários para o continente europeu.

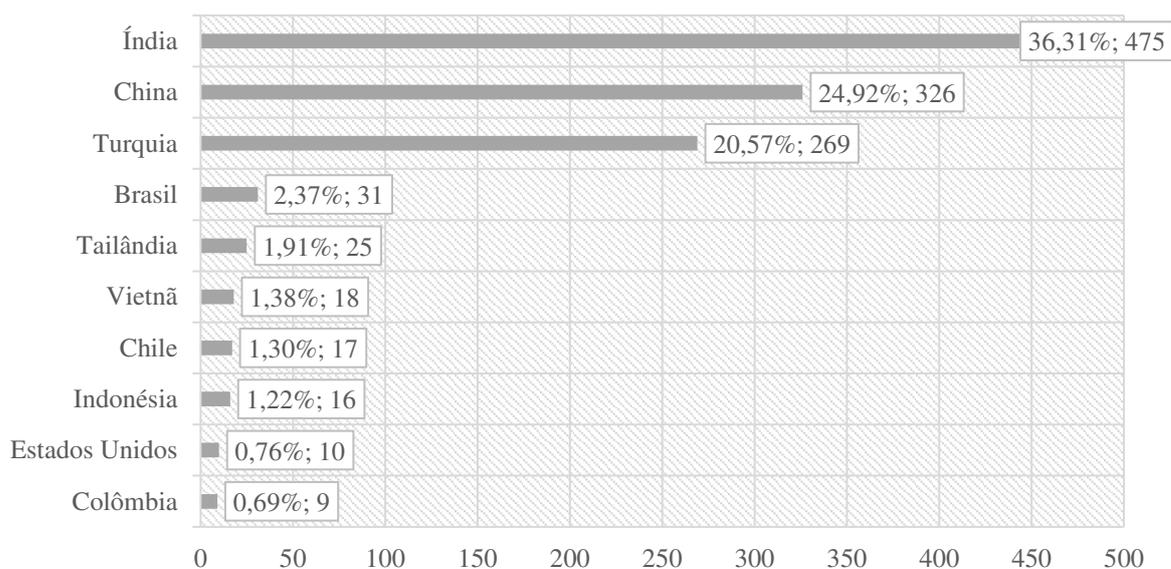


Figura 18 – Percentual e nº total de projetos registrados no mercado voluntário no mundo (VCS, ACR e Gold Standard) por país - dados de abril de 2018

Fonte: Elaboração própria, a partir de VCS (2018), ACR (2018b) e GOLD STANDARD (2018b)

Quanto à participação em número de projetos por fonte, mostrado na Figura 19, a fonte eólica é a mais representativa. No VCS ela é seguida pela hidroeletricidade, biomassa, energia solar e geotérmica; enquanto no ACR, pela energia solar e depois pela hidroeletricidade. Já no Gold Standard, a segunda fonte com maior número de registros é biomassa, seguida pelas fontes solar e geotérmica. Vale ressaltar que o ACR só aceita projetos hidroelétricos com potência

instalada de até 10 MW, diminuindo as opções para a realização de projetos e direcionando o investimento de mercado para as demais fontes.

Conforme mencionado, os dados para o mercado voluntário foram provenientes de três bases de dados distintas, que não disponibilizam o ano do registro, as reduções anuais estimadas ou as certificações efetivas de uma forma padronizada. Assim, devido ao número significativo de projetos, não foi possível verificar informações individualizadas.

Outra observação importante é a possibilidade de migração de projetos de MDL para os registros voluntários, permitido pelas três entidades de registro aqui estudadas. O procedimento ocorre a partir de nova validação dos projetos, conforme os padrões mais atualizados das organizações. Em um cruzamento de dados de projetos mundiais do MDL e do mercado voluntário aqui apresentados, verificou-se que dos 896 projetos, 349 foram advindos do MDL. A maior migração ocorreu para o VCS e, principalmente, de fonte eólica.

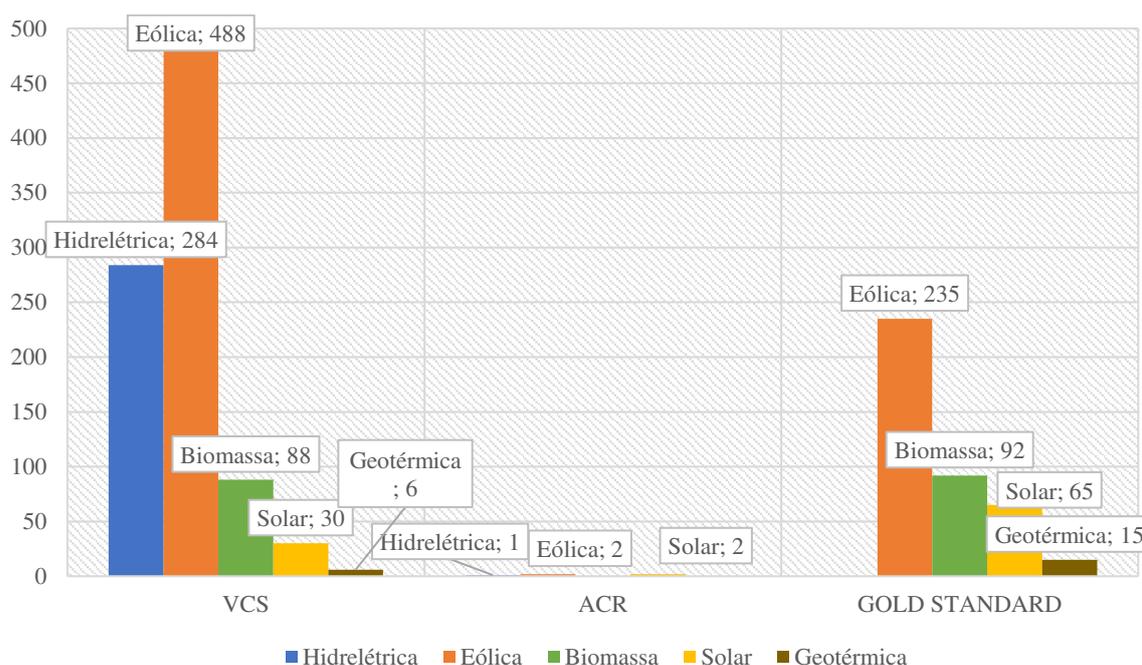


Figura 19 – Nº de projetos registrados, por fonte, no VCS, Gold Standard e ACR no mundo - dados de abril de 2018⁵⁷

Fonte: Elaboração própria, a partir de VCS (2018), ACR (2018b) e GOLD STANDARD (2018b)

No que se refere ao desempenho, apenas dados gerais do mercado voluntário (ou seja, incluindo todas as iniciativas voluntárias existentes) encontram-se consolidados na literatura. Desde 2005, um pouco mais de 1 bilhão de certificados foram emitidos (ao contrário de 1,9

⁵⁷ Em projetos de biomassa estão inseridos aqueles relacionados a biogás.

bilhão no MDL) resultando em aproximadamente US\$ 5 bilhões em transações, com resultados melhores entre os anos de 2008 e 2012, tanto em créditos transacionados, quanto em valores monetários (Figura 20).

Segundo Hamrick e Gallant (2017), trata-se de um mercado muito variável, dependente de vários fatores e agentes, o que torna difícil avaliar causas específicas para o seu comportamento. Um dos apontamentos feito pelos autores, por exemplo, é uma possível transição de projetos norte-americanos, a partir de 2012, para o comércio de emissões da Califórnia, que aceita projetos de registros voluntários para o cumprimento de parte de suas metas e possui melhores preços de venda.

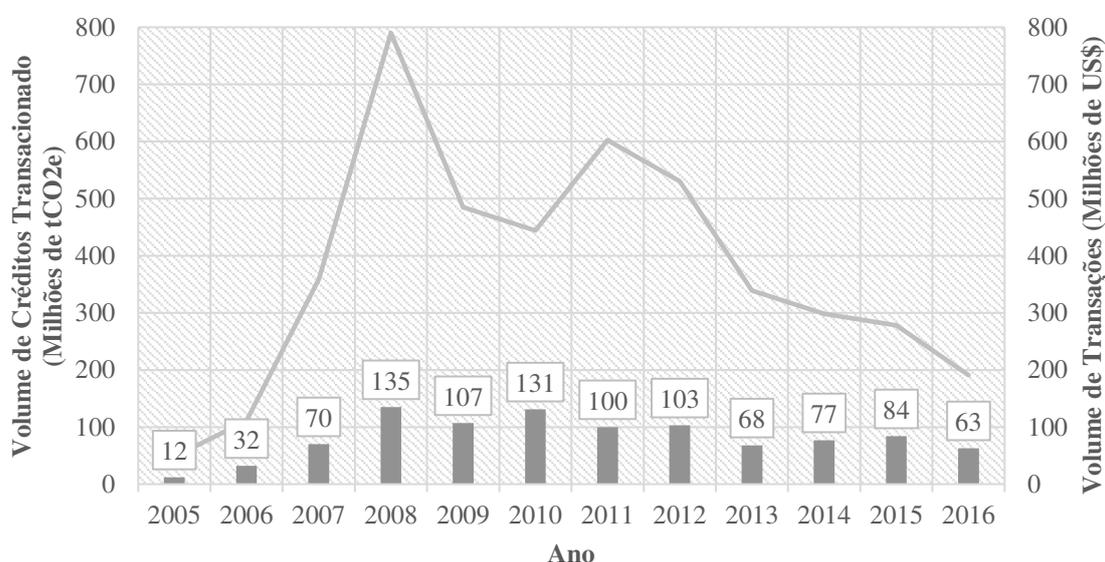


Figura 20 – Histórico do volume de transação do mercado voluntário no mundo, em créditos e valores transacionados

Fonte: Adaptado de Hamrick e Gallant (2017)

Uma das particularidades do mercado voluntário é a flutuação dos preços dos certificados, os quais podem oscilar por vários fatores, dentre eles: a localização do projeto, o tipo de ação implementada, os aspectos socioambientais considerados, além da redução das emissões propriamente dita, dentre outros. Em 2016, os preços variaram entre 0,50 e 50 US\$/certificado, sendo que mais certificações foram vendidas a preços menores e menos certificações vendidas a preços maiores. O preço médio em 2016 foi de 3,0 US\$/certificado (Hamrick e Gallant, 2017). Os projetos relacionados às fontes renováveis de energia responderam pelo maior volume transacionado, todavia, ao valor médio de 1,40 US\$/certificado, ficando em segundo lugar em valor total de transações (US\$ 25 milhões), atrás de projetos florestais. O desempenho do

mercado regulado pode ser configurado como outro fator de influência. Verifica-se, por exemplo, o pico em 2008, no qual o mercado voluntário atingiu seu melhor valor pelo crédito, coincidindo com o observado para o MDL.

Em relação à fonte específica (Figura 21), verificou-se que, em 2016, o maior volume de transações em números de créditos (8 milhões) veio de fonte eólica, ao valor médio de 1,50 US\$/certificado. A hidrelétrica foi a fonte de menor valor médio (0,20 US\$/certificado) e a segunda em volume de transações. O biogás e a energia solar foram os projetos mais valorizados, sendo que aqueles advindos da fonte solar também foram os de menor volume de certificados transacionados. É importante verificar que a fonte hidroelétrica tem tecnologias de maior consolidação no mundo, o que pode justificar a menor valorização monetária. Além disso, tem sido associada a impactos ambientais importantes, como a emissão de gás metano de reservatórios, os impactos na fauna e flora, as alterações hidrológicas, além do remanejamento de comunidades, entre outros.

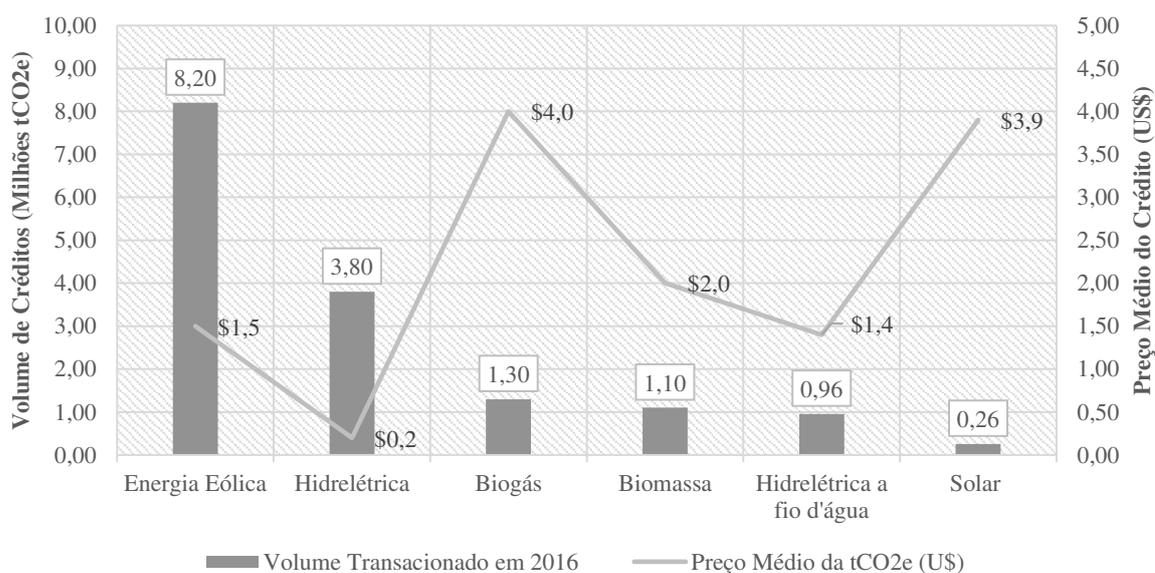


Figura 21 – Volumes de transação de créditos de carbono no mercado voluntário mundial por fonte, em 2016

Fonte: Adaptado de Hamrick e Gallant (2017)

Ainda em relação ao preço, a Tabela 10 apresenta valores médios para créditos transacionados no ano de 2016, por país. De forma geral, observa-se que locais em que o volume transacionado foi inferior, o preço médio do crédito foi maior. Uma exceção é observada nos casos da Índia e Estados Unidos - embora tenham transacionado um volume similar, o valor

médio reportado para os Estados Unidos foi quase 5 vezes superior ao da Índia. Esse fato pode indicar um comportamento específico de cada mercado comprador.

Tabela 10 – Transações de créditos de carbono no mercado voluntário por país, em 2016

País	Volume Transacionado (MtCO _{2e})	Preço Médio do Crédito (US\$)
Índia	10,00	0,60
Estados Unidos	10,00	2,80
Coreia do Sul	3,40	1,30
China	3,30	2,20
Brasil	3,20	2,80
Turquia	1,90	1,10
Indonésia	1,80	3,30
Uganda	1,60	3,10
Peru	1,50	4,40
Quênia	1,30	5,40
Camboja	1,00	4,80
Vietnã	1,00	3,40
Alemanha	0,57	0,60
Austrália	0,54	4,80
Malawi	0,44	4,70
Madagascar	0,24	6,00
Chile	0,20	5,60
Zâmbia	0,19	4,90
Guatemala	0,16	6,60
Congo	0,14	2,70
México	0,14	5,40
Colômbia	0,14	6,20
Tanzânia	0,12	6,80
Canadá	0,11	11,00

Fonte: Hamrick e Gallant (2017)

No que se refere ao desempenho dos registros avaliados (Tabela 11), os dados de 2016 mostraram maior participação do VCS no mercado, embora os seus créditos tenham apresentado o menor valor médio. O Gold Standard e ACR apresentaram preços médios equivalentes para seus certificados (4,6 e 4,7 US\$/tCO_{2e}, respectivamente). Os projetos de MDL também tiveram participação no mercado voluntário⁵⁸, com perto de 5 milhões de créditos transacionados, ao valor médio de 3,00 US\$/tCO_{2e}, ou seja, superior aos preços observados na

⁵⁸ Com a queda da demanda por mecanismos regulados, a solicitação de emissões no MDL tem maior demanda em âmbito voluntário.

perspectiva do mercado regulado. O MDL também mostrou maior participação em relação a transações referentes a fontes renováveis, seguido pelo VCS e Gold Standard (não foram informados dados para o ACR).

Tabela 11 - Desempenho do VCS, ACR, Gold Standard e MDL no mercado voluntário, em 2016

Registro	Volume Transacionado (Milhões de toneladas)	Preço Médio da Tonelada (US\$/tCO₂e)	Valor Total das Transações (Milhões de US\$)	% Transações Associadas à Fonte Renováveis
VCS	33,1	2,30	76,4	47 %
ACR	1,8	4,70	0,9	Não informado
Gold Standard	9,9	4,60	45,8	35%
MDL	4,8	3,00	13,2	76%

Fonte: Hamrick e Gallant (2017)

3.2.3 Brasil

O Brasil demonstrou engajamento nos acordos internacionais relacionados à redução de emissões, tendo sido o primeiro país a assinar a Convenção Quadro das Nações Unidas, além de ratificar o Protocolo de Quioto, em 2002. Em 2009, em preparação à COP 15 em Copenhague, o Brasil assumiu metas voluntárias de redução através da Lei 12.187, que instituiu a Política Nacional sobre Mudança do Clima (BRASIL, 2009), estabelecendo a redução entre 36,1 % e 38,9% das emissões projetadas até 2020, considerando os níveis de 2005. Em 2015, assinou o Acordo de Paris, que foi ratificado em 2016, quando afirmou um compromisso de redução de 37% das emissões até 2025 e 43% até 2030, aos níveis de 2005. Finalmente, em 2018, ratificou a Emenda de Doha.

Assim como as demais nações, o Brasil tem se mobilizado na discussão de suas estratégias para implementar o Acordo de Paris, cujo período de comprometimento está previsto para iniciar em 2020. Dentre as suas previsões, está o estabelecimento de um novo mecanismo de transação de redução de emissões, observado em seu Artigo 6º (e discutido em detalhes no Capítulo 4), para o qual o país se posicionou de forma favorável. No entanto, é importante ressaltar que este comportamento pode ser considerado uma tendência mundial e não necessariamente motivo de protagonismo brasileiro.

Embora ainda não existam definições, iniciativas e estudos têm avançado buscando respaldar a tomada de decisão, como por exemplo o Projeto PMR⁵⁹ Brasil, encabeçado pelo Ministério da Fazenda, em parceria com o Banco Mundial, com o objetivo de discutir a precificação de emissões, via imposto ou comércio de emissões, no pacote de instrumentos voltados à implementação das metas de emissões após 2020 (MINISTÉRIO DA FAZENDA, 2018). Os trabalhos são direcionados aos setores de energia (geração elétrica e combustíveis), indústria de transformação (siderurgia, cimento, alumínio, química, cal, vidro, papel e celulose) e agropecuária e encontram-se em fase de participação do público, via comentários e *workshops*.

Efetivamente, o mercado de carbono no Brasil se formou desde a implantação dos projetos do MDL, tendo em vista a sua participação no Protocolo de Quioto, além dos projetos desenvolvidos no mercado voluntário. Nesta seção, a participação dos projetos relacionados à geração de eletricidade a partir de fontes renováveis é avaliada de forma similar àquela apresentada nos resultados mundiais. No MDL, o Brasil é o terceiro país em número de projetos registrados, com 383 ao todo, sendo 249 deles pertencentes aos escopos setoriais de energia.

O refinamento para projetos associados à eletricidade renovável no MDL, feito a partir da metodologia aplicada e análise individual de projetos, resultou em 204 projetos, ou seja, mais de 50% do total de projetos registrados e 80% dos projetos dos setores de energia. Por se tratar de um número menor de projetos, em relação à análise mundial, foi possível avaliar outros parâmetros relacionados às usinas registradas para um resultado mais detalhado. As informações pesquisadas são apresentadas na Tabela 12.

A partir dos resultados obtidos da avaliação dos parâmetros estabelecidos na Tabela 12, verificou-se que os 204 projetos brasileiros somam mais de 18 mil MW em potência instalada, com uma previsão de disponibilização de energia elétrica anual de mais de 65 mil GWh, como pode ser visto na Tabela 13.

⁵⁹ Sigla referente ao termo em inglês *Partnership for Market Readiness*, relacionado a uma iniciativa mundial de construção de capacidade na temática de mudanças climáticas.

Tabela 12 - Parâmetros avaliados nos projetos de MDL brasileiros para a geração de eletricidade renovável

Parâmetro	Considerações
Escopo	Conforme os escopos do MDL, sendo que o projeto pode estar relacionado a mais de um escopo.
Escala	Pequena ou Larga, para projetos com potência instalada abaixo ou acima de 15 MW, respectivamente.
Tecnologia	Fonte de energia utilizada, dividida em Central de Geração Hidrelétrica (CGH), Pequena Central Hidrelétrica (PCH), Usina Hidrelétrica (UHE), Parque Eólico (EOL), Usina Solar Fotovoltaica (UFV) ou Usina de Biomassa (BIO).
Situação	Situação do projeto junto ao conselho da CQNUMC, podendo ser: registrado – aprovado, mas sem emissão de CERs; certificado – quando houver emitido CERs; certificado com renovação – quando houver emitido CERs e estiver no segundo período de crédito; rejeitado – quando não aprovado pelo conselho; e retirado – quando ocorreu desistência pelo proponente do projeto.
Abastecimento	Informa a relação com o sistema elétrico nacional, podendo ser: SIN – quando a geração for integralmente destinada ao SIN; Industrial e SIN – quando houver consumo próprio e destinação ao SIN; Industrial: quando o consumo for apenas local e sem destinação ao SIN. Obs.: Apenas projetos relacionados a plantas de geração foram considerados.
Região	Região do Brasil. Caso seja um projeto agrupado, com plantas situadas em mais de uma região, a região com maior potência instalada prevalece.
Potência Instalada (MW)	Potência instalada dos projetos, conforme apresentado no documento de concepção do projeto. Obs.: Apenas projetos relacionados a plantas de geração foram considerados.
Início da Operação (ANEEL)	Início da operação da planta segundo a informação do Banco de Informações de Geração (BIG) da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Quando o projeto constar no BIG, mas sem a informação da data, recebe a notação “não consta”, enquanto se o projeto não estiver no BIG recebe a notação “não verificado”.
Períodos de Certificação	Foram verificados: (i) a opção pelo período de crédito do projeto: fixo (10 anos) ou renovável (07 anos) e (ii) o período de crédito certificado, ou seja, que consta em relatórios e monitoramento e emissão de CERs.
Geração Anual de Eletricidade Estimada (MWh)	Estimativa anual de eletricidade gerada, a partir de informações contidas no Documento de Concepção de Projeto.
Reduções Anuais Estimadas	Quantidade de CERs estimadas no Documento de Concepção de Projeto, para um ou mais períodos de créditos, no caso de projetos com renovação.
Reduções Anuais Consolidadas	Quantidade de CERs efetivamente emitidas, constando nos relatórios de monitoramento.

Fonte: Elaboração própria

Tabela 13 – Resumo da análise dos projetos de MDL brasileiros para geração de eletricidade a partir de fonte renovável

Parâmetro	Hidráulica		Eólica		Solar	Biomassa ⁶⁰	Total
	CGH	PCH	UHE	EOL	UFV	BIO	
Dados Gerais da Geração							
Nº Total de projetos	1	89	13	57	1	43	204
Potência instalada (MW)	9,10	2.288,21	10.072,71	4.492,29	3,00	1.345,45	18.210,76
Potência instalada (MW)/projeto	9,10	25,71	774,82	78,81	3,00	31,29	89,27
Disponibilidade anual de eletricidade (GWh/ano)	55,45	11.122,66	36.563,12	17.733,84	3,84	3.162,21	68.641,12
Disponibilidade anual de eletricidade (GWh/ano) /projeto	55,45	124,97	2.812,55	311,12	3,84	73,54	31,72
Situação dos Projetos							
Nº de projetos registrados	1	82	11	56	1	40	191
Nº de projetos certificados	0	32	3	7	0	31	73
Nº de projetos renovados e certificados	0	8	0	0	0	4	12
Nº de projetos rejeitados	0	5	1	1	0	3	10
Nº de projetos retirados	0	2	1	0	0	0	3
Dados da Certificação							
CERs estimadas para o período de crédito total (MtCO ₂ e)	77,16	25.311,70	123.516,04	43.026,41	6,59	16.363,25	208.301,16
CERs emitidas até 31/12/15 (MtCO ₂ e)	0,00	7.169,90	4.262,71	343,08	0,00	6.616,89	18.422,63
% de CERs emitidas	0,00%	28,33%	3,45%	0,80%	0,00%	40,44%	8,84%

Legenda: CGH: Central de Geração Hidrelétrica; PCH: Pequena Central Hidrelétrica; UHE: Usina Hidrelétrica; EOL: Central de Geração Eólica; UFV: Usina Solar Fotovoltaica; BIO: Usina de Biomassa.

Fonte: Elaboração própria, a partir de UNFCCC (2018b)

A distribuição de projetos registrados por fonte mostrou que a hidroeletricidade responde por cerca de metade dos projetos (103), sendo a maioria advinda de PCHs. As fontes eólicas e biomassa responderam, respectivamente, por 28% e 21% do total, em número de projetos. Considerando dados recentes da matriz elétrica nacional (ANEEL, 2018), verificou-se que 11% da potência instalada brasileira está atualmente registrada no MDL, sendo que a fonte eólica tem

⁶⁰ Em projetos de biomassa estão inseridos aqueles relacionados a biogás.

maior participação no mecanismo considerando a proporção da capacidade instalada (35%), seguida pela fonte hidráulica (12%) e biomassa (9%).

No que se refere ao “*status*” dos projetos, foi observado baixo índice de rejeição e evasão dos projetos do segmento, totalizando 13. Dos 190 projetos registrados, 38% efetivamente emitiram créditos de carbono, dos quais apenas 16% chegaram a emitir certificados em um segundo período de crédito. Projetos de PCHs e biomassa constituíram a maioria das certificações solicitadas.

Comparando o estimado de certificações previstas para o período total avaliado (até 31/12/2015⁶¹), observou-se que menos de 9% das reduções previstas foram solicitadas. As usinas à biomassa possuem a melhor performance, tendo certificado cerca de 40% de suas reduções previstas; seguidas pelas PCHs, com 28% de índice de certificação. Apenas um projeto foi encontrado para energia solar, tendo sido registrado e não certificado, com pouca representatividade na análise.

O comportamento das certificações pode ser melhor avaliado se considerado o aspecto cronológico destes projetos. Tendo em vista que as atividades rejeitadas e retiradas não possuem data efetiva de registro, para fins dessa análise foram considerados apenas os projetos registrados e certificados.

A Figura 22 apresenta o número de projetos registrados e a representatividade de cada fonte. Observa-se que os registros se iniciaram em 2006. De forma geral, as PCHs têm maior proeminência ao longo dos anos. A maior parte dos projetos de biomassa foi registrado no início do funcionamento do mecanismo, com poucas atividades de registro após 2009. Isso pode ser explicado pelo fato de que grande parte das usinas à biomassa brasileiras se referem à atividade de cogeração a partir de atividade sucroalcooleira, ou seja, trata-se de uma complementação de atividade pré-existente, ao contrário de construção de empreendimentos exclusivos à geração de eletricidade, o que pode ter facilitado a sua implantação em menor tempo.

A fonte eólica, que é a segunda maior em número de projetos, aparece principalmente em 2012, com poucos registros nos anos seguintes, fator possivelmente atrelado ao baixo desempenho do mercado após 2012.

⁶¹ Período selecionado para análise considerando a maioria dos projetos brasileiros registrados.

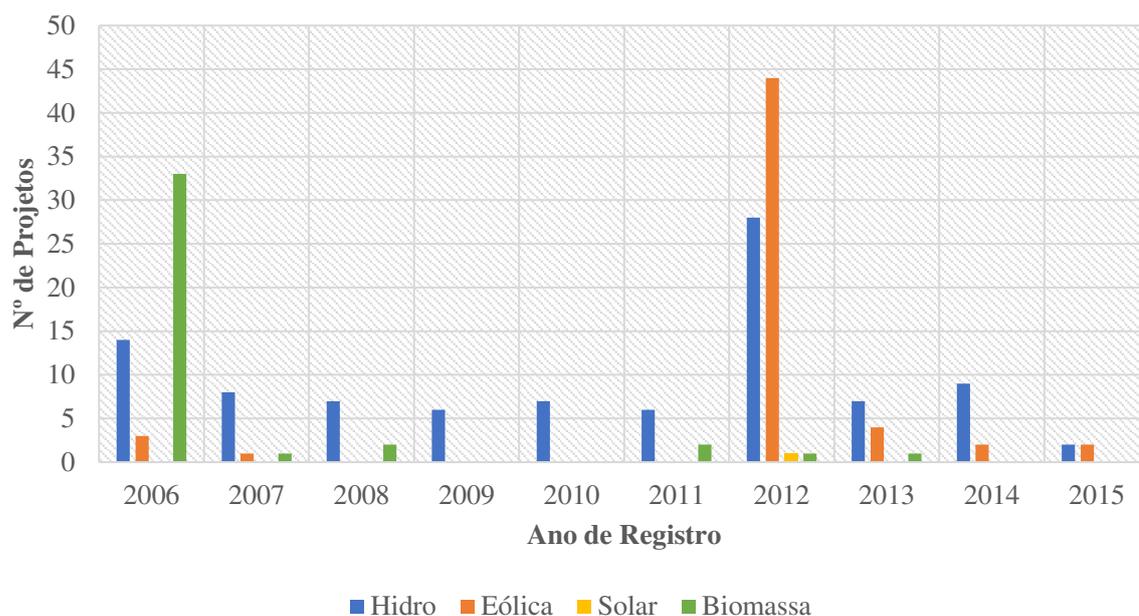


Figura 22 – Distribuição de projetos brasileiros registrados no MDL, por fonte, por ano de registro – dados de abril de 2018⁶²

Fonte: Elaboração própria, a partir de UNFCCC (2018b)

A Figura 23 faz a mesma análise, todavia considerando o primeiro ano efetivo do período de crédito como base (tendo em vista que no início do MDL, projetos que já estavam em operação podiam solicitar créditos retroativos). Notou-se a diferença do comportamento da participação por fontes, sendo que os projetos relacionados às usinas à biomassa foram majoritários até 2006, todavia, com projetos de PCHs presentes ao longo de todos os anos. Verificou-se que os projetos de eólica também apareceram em 2012, todavia, com crescimento continuado nos anos seguintes, o que significa dizer que projetos eólicos foram registrados previamente ao seu período de operação, podendo solicitar créditos apenas após o início das atividades.

⁶² Em projetos de biomassa estão inseridos aqueles relacionados a biogás.

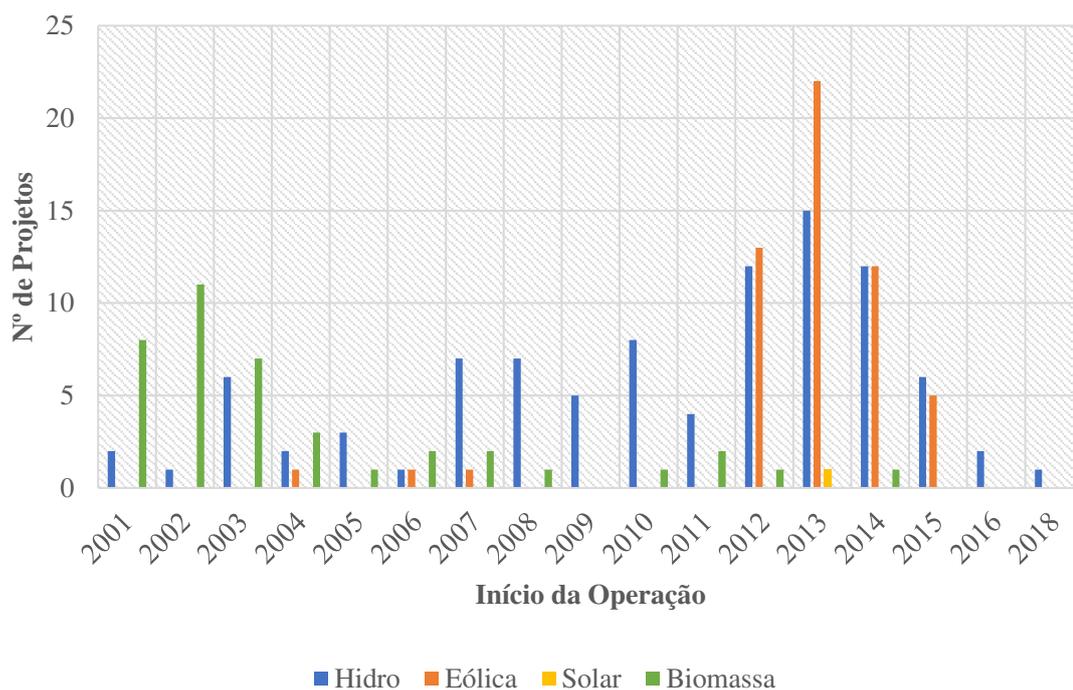


Figura 23 – Distribuição de projetos brasileiro registrados no MDL, por fonte, por ano do início do período de crédito – dados de abril de 2018⁶³

Fonte: Elaboração própria, a partir de UNFCCC (2018b)

Conforme visto na Figura 23, as usinas de biomassa corresponderam aos períodos mais antigos do início de operação. Assim, esses projetos possuíram maior período total de desenvolvimento, o que pode estar relacionado ao seu melhor desempenho em termos de certificações solicitadas. Observou-se também que o último pedido de certificação, no geral, ocorreu no ano de 2015, ou seja, não houve nova movimentação destes projetos após o período.

Aprofundando nos dados dos projetos que foram certificados, verificou-se que a maior parte das certificações ocorreu durante o primeiro período de créditos de projetos, principalmente para as fontes de PCHs, biomassa e hidroelétricas. Embora as PCHs sejam responsáveis pelo maior número de certificações, a biomassa teve maior média de certificação no período (Tabela 14).

⁶³ Em projetos de biomassa estão inseridos aqueles relacionados a biogás.

Tabela 14 – Análise dos projetos de MDL certificados no Brasil para geração de eletricidade a partir de fontes renováveis

Fonte	1º Período de Crédito ⁶⁴			2º Período de Crédito		
	Nº Projetos Certificados	Média de Certificação	Quantidade de Certificados (tCO ₂ e)	Nº Projetos Certificados	Média de Certificação	Quantidade de Certificados (tCO ₂ e)
BIO	31	80,57%	6.213.768	52,38%	403.126	4
PCH	32	56,82%	6.331.636	43,60%	838.265	8
UHE	7	54,83%	4.262.712	0,00%	0	0
EOL	3	49,60%	343.084	0,00%	0,	0
Total	73	60,46%	17.151.200	24,00%	1.241.391	12

Fonte: Elaboração própria, a partir de UNFCCC (2018b)

É importante observar que no desenvolvimento de projetos no MDL, pelas regras iniciais, a data de início era determinada pela primeira ação efetiva relacionada ao projeto. No caso das usinas de geração no Brasil, a evidência documental apresentada quase sempre consistia no contrato de venda de energia, que pode ser assinado antes mesmo da construção do empreendimento. Assim, verifica-se que o registro de um projeto em um determinado ano não indica que ele já está apto a gerar créditos de carbono, o que só pode ocorrer a partir de sua operação, quando efetivamente passa a contar o período de crédito e a partir de quando a geração pode ser verificada e posteriormente certificada. Dos 191 projetos registrados, 11 ainda se encontravam em fase de construção ou com construção iniciada no momento da análise, ou seja, sem a garantia da possibilidade de geração de certificações.

Finalmente, a Figura 24 mostra que o Brasil acompanhou algumas das tendências internacionais na curva de registro de projetos, como por exemplo, o pico de projetos em 2012. No entanto, verificou-se que o número de registros por ano foi similar e reduzido ao longo do tempo, com outro pico apenas no primeiro ano, em 2006, no qual grande parte das usinas à biomassa já existentes no país aderiram ao MDL. Outra observação diz respeito à adesão dos diferentes tipos de fonte ao mecanismo ao longo dos anos, conforme visto na Figura 22 anterior. Ao contrário do comportamento observado na análise mundial, os projetos de hidroeletricidade foram os que mantiveram novos registros ao longo dos anos. Os demais apresentam picos, como os de biomassa, nos anos iniciais e os de eólica a partir de 2012.

⁶⁴ Período de crédito refere-se ao período no qual o projeto pode gerar créditos de carbono, que, tanto no mercado voluntário quanto no regulado pode ser de 7 anos (renováveis e por isso a existência de um segundo período de crédito) ou um período único de 10 anos.

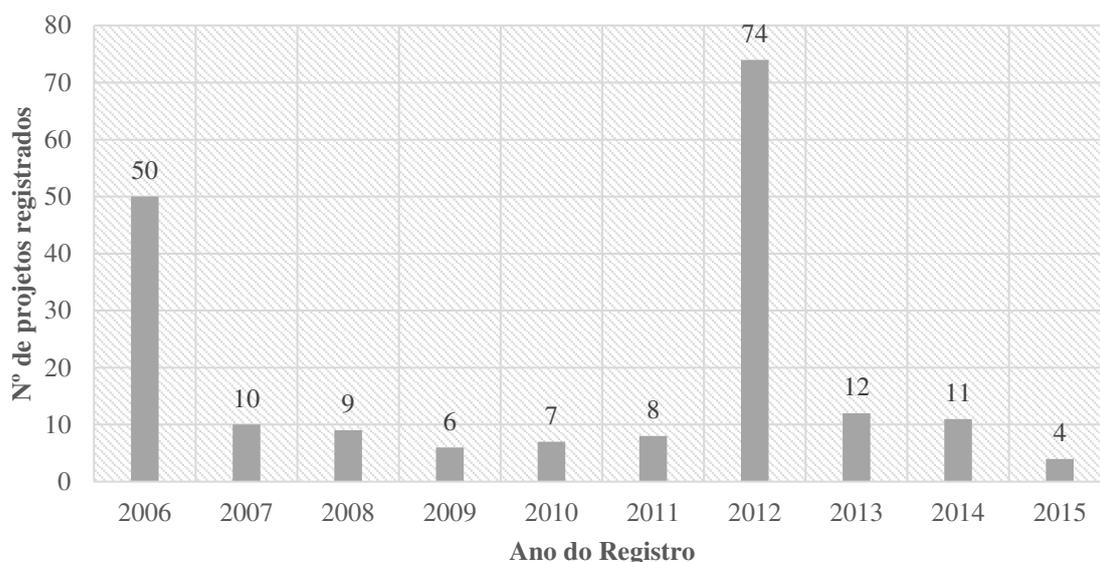


Figura 24 – Nº de projetos brasileiros no MDL para geração de eletricidade a partir de fontes renováveis, por ano de registro - dados de abril de 2018.

Fonte: Elaboração própria, a partir de dados de UNFCCC (2018b)

Da mesma forma que no âmbito mundial, para entender o panorama geral dos projetos brasileiros registrados junto às iniciativas voluntárias, foram consultadas as plataformas *online* dos três registros escolhidos – VCS, ACR e Gold Standard e adotada a mesma metodologia aplicada para o MDL, buscando identificar projetos de geração de eletricidade a partir de fontes renováveis realizados no Brasil.

Em termos gerais (Tabela 15), o Brasil possui 110 projetos em organismos voluntários, dos quais 21% referem-se à geração elétrica a partir de fontes renováveis. O VCS é o principal em número de projetos, mas, em representatividade, o Gold Standard e o ACR têm maior participação desse tipo de projeto em seus portfólios no país.

Tabela 15 – Número de projetos registrados no VCS, Gold Standard e ACR para o Brasil

Registro	Nº Total de Projetos Registrados		
	Geral	Energia	Geração Elétrica Renovável
VCS	92	54	14
Gold Standard	13	13	6
ACR	5	4	3
Total Geral	110	72	23

Fonte: Elaboração própria, a partir de VCS (2018), ACR (2018b) e GOLD STANDARD (2018b)

Uma avaliação mais detalhada dos 23 projetos foi realizada, considerando os mesmos parâmetros que aqueles utilizados para a análise de projetos brasileiros no MDL (conforme Tabela 12 anterior). Nesse momento, verificou-se que 6 projetos também se encontravam registrados no MDL. Não existe proibição quanto ao registro do projeto em dois locais, desde que a emissão e utilização dos créditos ocorra apenas uma vez.

Optou-se por avaliar apenas os 17 projetos restantes, cujos resultados são apresentados na Tabela 16. As usinas registradas nos projetos totalizaram 2.294 MW em potência instalada e perto de 8 mil GWh disponibilizados anualmente no SIN. Observou-se que de 17 projetos encontrados, 10 já emitiram certificados. Dentre as certificações, até então houve maior atividade pela fonte hidrelétrica, a partir de PCHs e UHEs. Projetos dessa fonte também são os principais em número de projetos e potência instalada.

Tabela 16 - Resumo da análise dos projetos brasileiros no mercado voluntário para geração de eletricidade a partir de fonte renovável

Parâmetro	Hidráulica		Eólica	Biomassa ⁶⁵	Total
	PCH	UHE	EOL	BIO	
Dados Gerais da Geração					
Nº Total de Projetos	7	3	2	5	17
Potência Instalada (MW)	441	1.637	163	54	2.294
Potência Instalada (MW)/projeto	63,00	545,67	81,50	10,80	134,94
Disponibilidade Anual de Eletricidade (GWh/ano)	3.118	3.708	659	188	7.673
Disponibilidade Anual de Eletricidade (GWh/ano) /projeto	445,43	1.236,00	329,50	37,60	451,35
Situação dos Projetos					
Nº de Projetos Registrados	7	3	2	4	16
Nº de Projetos Certificados	6	2	0	2	10
Dados da Certificação					
Créditos estimados para o período de crédito total (MtCO ₂ e)	6.473.292	14.552.799	1.821.904	4.088.454	26.936.449
Créditos emitidos (MtCO ₂ e)	1.524.272	2.951.430	0	430.266	4.905.968
% de Créditos emitidos	23,55%	20,28%	0,00%	10,52%	18,21%

Fonte: Elaboração própria, a partir de dados do VCS (2018), ACR (2018b) e Gold Standard(2018b)

⁶⁵ Em projetos de biomassa estão inseridos aqueles relacionados a biogás.

A distribuição por registro é mostrada na Figura 25, na qual se observou uma diferença clara entre os projetos registrados no Brasil, sendo o VCS aquele com maior adesão de fonte hidrelétrica, o Gold para biomassa e o ACR para fonte eólica.

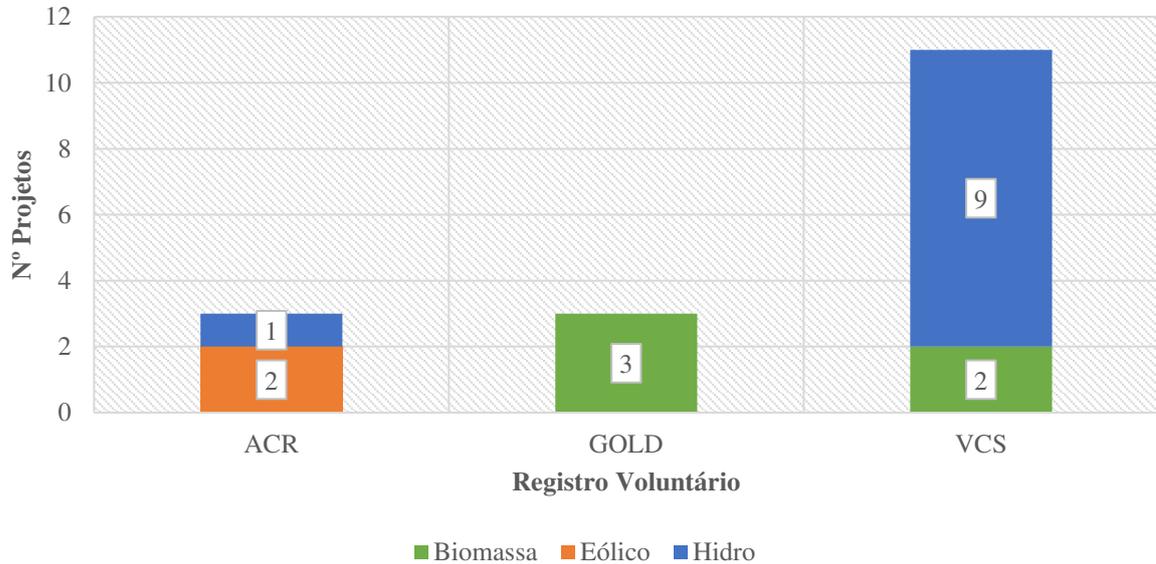


Figura 25 - Projetos brasileiro registrados, por fonte, por registro do mercado voluntário – dados de abril de 2018⁶⁶

Fonte: Elaboração própria, a partir de dados do VCS (2018), ACR (2018b) e Gold Standard (2018b)

Na Figura 26, observa-se o registro desses projetos ao longo dos anos no Brasil, iniciando em 2009 e com distribuição relativamente similar no período, ou seja, comportamento diferente do observado para projetos do MDL.

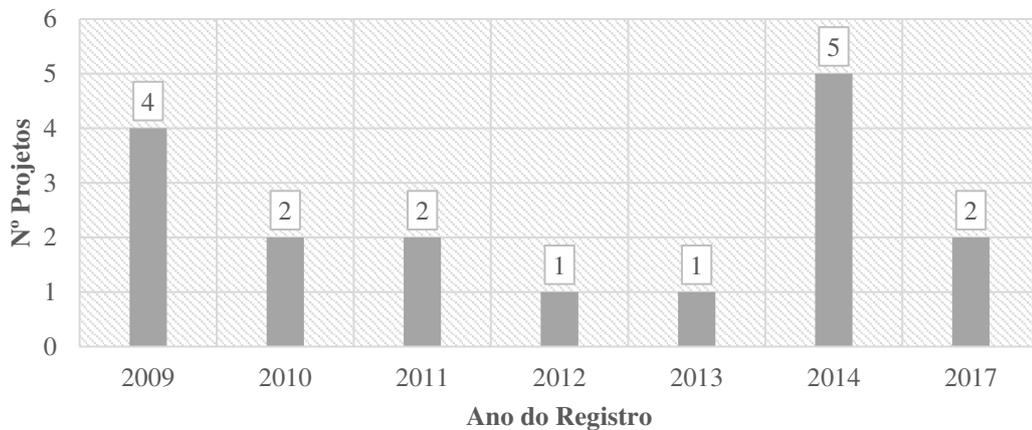


Figura 26- Projetos registrados por ano no mercado voluntário – Brasil - dados de abril de 2018

Fonte: Elaboração própria, a partir de dados do VCS (2018), ACR (2018b) e Gold Standard(2018b)

⁶⁶ Em projetos de biomassa estão inseridos aqueles relacionados a biogás.

Finalmente, a Tabela 17 resume a representatividade dos projetos encontrados, tanto no mercado voluntário, quanto no MDL, comparando a potência total instalada por fonte principal em cada mercado e na matriz elétrica brasileira, segundo os dados da ANEEL (2018).

Tabela 17 – Comparação da potência instalada de usinas com projetos de créditos de carbono com o total da potência instalada no Brasil, por fonte

	Potência Instalada (MW)				Total
	Hidrelétrica	Eólica	Biomassa	Solar	
Matriz Elétrica Nacional	101.470	12.776	14.431	1.195	129.872
Projetos MDL	12.370	4.492	1.345	3	18.211
Projetos Voluntários	2.078	163	54	0	2.294
Total de projetos com crédito de carbono	14.448	4.655	1.399	3	20.505
% projetos com crédito de carbono	14,24%	36,43%	9,69%	0,25%	15,79%

Fonte: Elaboração própria

Observou-se que cerca de 16% da potência instalada no Brasil de usinas a partir de fonte renovável está registrada em algum sistema de créditos de carbono, sendo que a maior parcela é das eólicas, com mais de 36%, seguida de fontes hidrelétricas (principalmente PCHs) e projetos de biomassa. Assim, é possível afirmar que os créditos de carbono estão sendo mais procurados por geradores destas fontes, que no Brasil são consideradas alternativas. Não é possível inferir que a receita desses projetos era parte do planejamento dos desenvolvedores, todavia, observa-se que a procura por créditos de carbono é parte da agenda de algumas empresas.

A partir dos dados avaliados, pode-se dizer que o setor elétrico brasileiro aderiu aos mercados de créditos de carbono, seguindo uma tendência mundial de projetos do tipo. Todavia, apesar de ter apresentado alguns comportamentos similares ao resto do mundo, como alta adesão de projetos na implantação do MDL e novo pico em 2012, verificou-se menor expressividade de sua participação entre estes picos. Isso pode dizer respeito a uma percepção do setor no país acerca da rentabilidade dos projetos ou ainda desmotivação devido a fatores como dificuldades na certificação dos projetos.

Conforme observado anteriormente, os créditos de carbono do MDL no âmbito regulado estão valendo poucos centavos de euros⁶⁷. O mercado voluntário, mesmo que tenha sofrido decréscimo no número de transações, apresentou resultados melhores para o preço médio de venda das certificações, inclusive advindas do MDL, tendo sido observado o valor médio da tonelada para o Brasil de 2,8 US\$/tCO_{2e}. Todavia, esse valor médio considera outras categorias

⁶⁷ Conforme dados utilizados para a pesquisa, referentes aos anos de 2016 e 2017.

de projeto não condizentes com o objeto de estudo. De forma geral, os valores verificados para tecnologias renováveis, como hidrelétricas, PCHs, usinas a biomassa e centrais eólicas atingiram máximo de 2,0 US\$/tCO_{2e} (HAMRICK e GALLANT, 2017).

Embora a eficácia da mitigação das emissões não tenha sido o objeto deste trabalho, foi realizada uma comparação das emissões brasileiras para o setor de energia, considerando o ano base das metas de reduções de emissões existentes no país (2005) e o ano de 2014, último ano para o qual existem informações disponíveis. Segundo MCTI (2016), as emissões brasileiras para o setor de energia em 2005 eram da ordem de 312.739.000 tCO_{2e} e 469.826.000 tCO_{2e} em 2014. Ou seja, no período ocorreu aumento de cerca de 55% das emissões no setor. A geração de eletricidade também aumentou no período, passando de cerca de 375 mil GWh em 2005 para 470 mil GWh em 2014, conforme Figura 27.

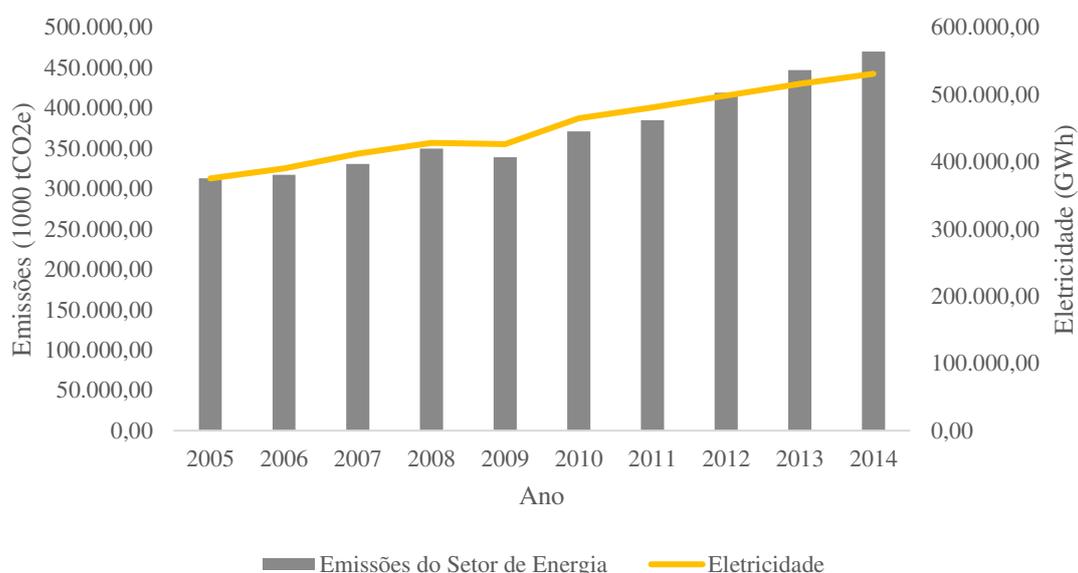


Figura 27 – Comparação das emissões totais do setor energético do Brasil e a geração de eletricidade entre 2005 a 2014.

Fonte: Elaboração própria, a partir de dados de EPE (2016) e MCTI (2016)

Assim, mesmo que os projetos de créditos de carbono tenham previsto reduções anuais de emissões, verificou-se que o setor aumentou suas emissões. Entretanto, conforme abordado previamente neste trabalho, a geração de eletricidade não é o principal causador de emissões de GEE na realidade brasileira, tendo em vista a característica de maior renovabilidade do seu perfil.

3.3 Considerações Finais

Os mercados para certificados transacionáveis, como os créditos de carbono, evoluíram com a implementação de políticas ambientais atreladas ao uso de instrumentos econômicos, sendo o MDL um dos mecanismos baseado em projetos criado pelo Protocolo de Quioto, a principal experiência mundial para esses certificados. Em menor escala, a demanda também surgiu de um contexto voluntário, principalmente por parte de empresas que buscavam a mitigação de emissões através de créditos de carbono e sem obrigatoriedades pelo Protocolo de Quioto. Para essas empresas, as principais motivações seriam a melhoria do posicionamento ambiental, a antecipação de regulações voltadas às emissões, e a competitividade.

A evolução dos mercados regulado (MDL) e voluntário (centrado em três organismos: VCS, ACR e Gold Standard) ocorreu de forma paralela. A partir do levantamento dos projetos registrados desde 2005 até abril de 2018, verificou-se uma maior procura pelo registro de projetos no âmbito do MDL, o que é justificado por haver uma demanda mais consistente pelos créditos, devido à possibilidade de aquisição por outros países para o cumprimento de suas metas.

A existência de uma plataforma mais completa e com dados disponíveis no âmbito do MDL permitiu constatar o aumento no número de registros de projetos entre 2005-2010, com pico em 2012 e posterior decaimento, embora tenham continuado a ocorrer. Esse comportamento foi atribuído à resposta ao cenário internacional de crise econômica e incertezas quanto a um segundo período de comprometimento do Protocolo de Quioto, o que refletiu no preço das certificações, que decaíram a partir de 2010 e chegaram a centavos de euro após 2012. O pico de registros foi devido à decisão do EU-ETS em considerar apenas projetos de países menos desenvolvidos para registros a partir de 2013.

No mundo, comportamentos similares foram observados para os mercados regulado e voluntário quanto à principal atividade de interesse de registro de projetos, centrada nas atividades de geração elétrica a partir de fontes renováveis (67% dos registros do MDL e 51% dos registros voluntários); e quanto às tecnologias solicitantes de registro, notadamente a eólica e hidrelétrica (incluindo PCHs). A participação das fontes renováveis nas estratégias de mitigação de emissões de GEEs era algo esperando, tendo em vista a representatividade das emissões da geração de eletricidade em diversos países nas emissões totais.

Em relação ao Brasil, houve maior distinção entre os comportamentos observados para os dois mercados. No MDL, as atividades de geração elétrica a partir de fontes renováveis

representaram a maior parte dos projetos registrados (53%), o que não ocorreu para o mercado voluntário (21%). Além disso, a principal fonte registrada no Brasil foi a hidrelétrica, ao contrário da eólica (embora essa tenha sido a segunda em representatividade) – tanto no MDL quanto no mercado voluntário, com grande participação de PCHs.

Por tratar de um número menor de projetos, a avaliação no contexto brasileiro teve maior detalhamento e concluiu que ainda existem muitos créditos disponíveis, tanto no MDL quanto no mercado voluntário. Projetos de usinas de biomassa e PCHs promoveram maior emissão de créditos, principalmente aqueles cujo registro ocorreu mais cedo na linha do tempo. Embora muitos registros de projetos a partir de fonte eólica tenham sido realizados no MDL, principalmente em 2012, um baixo percentual de certificação foi observado para essa fonte, o que condiz com menores valores observados após essa data.

Ainda que com processos similares para o registro de projetos, observou-se a transição de projetos do MDL para o mercado voluntário tanto no âmbito mundial quanto no brasileiro. Essa transferência pode ter sido decorrente de uma percepção do gerador sobre condições mais satisfatórias no mercado voluntário, no qual se observaram preços superiores àqueles praticados no MDL, principalmente a partir de 2012.

O presente trabalho não se propôs a realizar uma avaliação econômica dos projetos, na qual poderia inferir acerca da contribuição dos créditos para a viabilização dos projetos. No entanto, ao menos para o caso brasileiro, o qual foi avaliado em maior detalhe, verificou-se baixo percentual de certificações efetivas dos projetos. Assim, é possível inferir que a receita dos créditos de carbono não foi o fator principal da implantação de parte significativa destas usinas no Brasil, embora possa ter representado um ganho adicional aos desenvolvedores de projeto. Contudo, isto não significa que os créditos de carbono não tenham movimentado mercados de outros tipos. Conforme visto, esses projetos passam por etapas nas quais são necessários serviços especializados, como de consultorias ou entidades operacionais designadas – as validadoras, empresas que se beneficiariam do mercado, além de desenvolverem conhecimentos específicos no segmento. Em relação ao caso específico das validadoras, no entanto, é importante mencionar que sua grande maioria diz respeito a empresas estrangeiras, conforme verificado nos estudos de Torres, Ferman e Sbragia (2016).

4 DESAFIOS PARA OS MERCADOS DE CRÉDITOS DE CARBONO

A partir das análises realizadas e de estudos da literatura, foi possível discutir alguns dos desafios apresentados para os mercados de créditos de carbono avaliados, ao longo dos anos, considerando alguns aspectos específicos. Os principais referem-se (i) à origem dos projetos, (ii) atributos socioambientais, (iii) adicionalidade, (iv) dupla contabilização e titularidade, (v) intersecção com certificados de energia renovável, os quais foram detalhados em seguida.

4.1 Origem dos Projetos

Poucos anos após o início de sua operação, o MDL passou a ser criticado pelo fato de os projetos estarem concentrados em poucos países, característica que ainda é observada, conforme apresentado previamente na Seção 3.2.1. Em se tratando dos dados específicos avaliados (dos projetos de interesse), a China e a Índia detêm a maioria esmagadora de projetos e o Brasil, embora fique próximo dos 4% em números de projetos, está na terceira posição, bem acima dos demais países.

Estudos realizados ainda no primeiro período de comprometimento do Protocolo de Quioto (BOYD *et al*, 2009) apontaram a China como a maior beneficiária da época, tendo suprido grande parte das certificações adquiridas pelo EU-ETS. Esse comportamento é atribuído à rápida expansão das fontes renováveis na matriz elétrica chinesa, principalmente hidrelétrica e eólica. Mesmo assim, no que diz respeito à transferência tecnológica, que constituía em um dos objetivos do mecanismo, não foi observada uma relação expressiva para os projetos chineses (NRDC, 2009; ZHANG e YAN, 2015).

Apesar de criticada, a concentração de projetos em alguns países era esperada, mesmo antes do início de sua entrada em vigor. Estudos de Jung (2006) indicaram que países em desenvolvimento, como o Brasil, a Índia e a China, contariam com maior capacidade institucional e investimentos favoráveis acerca de mudanças climáticas, além do maior interesse devido aos níveis de emissões representativos, em termos mundiais. Para Winkelman e Moore (2011), estes países também foram preferidos justamente por oferecerem uma possibilidade de expansão de um “coproduto” dos créditos, a eletricidade.

Bosi, Cantor e Spors (2010) apontaram que, embora o MDL tenha gerado grande interesse e entusiasmo, tratou-se de uma experiência do tipo “aprender fazendo”⁶⁸, com forte necessidade de capacidade institucional para a implantação adequada dos procedimentos e a realização de projetos. Assim, é possível que o nível de organização necessário tenha desempenhado um papel determinante para a baixa adesão de países menos desenvolvidos, tendo em vista que os processos para obtenção dos projetos, principalmente no início, eram burocráticos e dependentes de uma entidade nacional responsável por realizar toda a comunicação com a CQNUMC. Além disso, necessitava-se das entidades verificadoras que, por sua vez, podem não ter sido suficientes para atender uma possível demanda global de certificação de projetos. Altos riscos de investimento também constituíram uma causa provável (WATTS, ALBORNOZ e WATSON, 2014).

Existe um consenso nas avaliações realizadas durante o primeiro período de comprometimento do Protocolo de Quioto de que o MDL não foi efetivo em países menos desenvolvidos (principalmente situados na África), levando pouco investimento e transferência tecnológica (CASTRO e MICHAELOWA, 2010; SHISHLOV e BELLASSEN, 2012; MICHAELOWA, JEMBER e MBAYE, 2013; WATTS, ALBORNOZ e WATSON, 2015). Nesse aspecto, vale retomar a decisão do EU-ETS em aceitar apenas projetos desses países, com o registro a partir de 01 janeiro de 2013, o que representou uma tentativa para amenização do desafio. Na prática, esta decisão provocou grande desestabilização no mercado, conforme visto na seção anterior, tendo influenciado no número de registros e preços das certificações.

Quanto ao mercado voluntário, a partir dos dados apresentados, o comportamento observado foi relativamente similar, no que diz respeito à elevada participação de países asiáticos, principalmente China e Índia, embora em distribuições pouco melhores em relação a do MDL. Conforme mencionado anteriormente, os processos para obtenção de créditos nos dois mercados são parecidos, com a principal diferença de não existir o envolvimento governamental no mercado voluntário. A experiência adquirida no desenvolvimento de projetos no MDL pode se constituir na principal justificativa para a participação desses países nesse mercado.

A motivação para que países menos desenvolvidos ingressassem no mercado voluntário com projetos foi a demanda. A procura por créditos varia conforme as características de cada comprador e possui maior incerteza associada do que em um ambiente regulamentado. Por isso,

⁶⁸ Em inglês, “*learning-by-doing*”.

o aumento da participação de outros países nesse mercado pode depender de sinalizações mais claras do mercado comprador.

Mesmo que essa crítica tenha sido mais abordada durante o primeiro período de comprometimento do Protocolo de Quioto, observou-se que muitos dos projetos registrados, quantificados anteriormente, ainda estão em período de crédito vigente, com possibilidade de emissão de certificados, e, portanto, a discrepância geográfica permanece uma realidade no portfólio disponível.

Assim, medidas adotadas para a maior inclusão de países menos desenvolvidos ocorreram em um período de menos movimentação do mercado (pós-2012), mas, poderão ser relevantes na definição de novas estratégias internacionais e domésticas, em um cenário de discussão da mitigação da mudança do clima.

4.2 Atributos Socioambientais

Uma das dificuldades encontradas pelo MDL, conforme apontado por Sutter e Parreño (2007), foi o fato de ser pautado em ambas as finalidades: de oferecer opções de mitigação de emissões de forma economicamente viável e de contribuir para o desenvolvimento sustentável. Isso porque, uma vez que a proposição de ações para o desenvolvimento sustentável não foi pré-estabelecida a partir de um método de avaliação específico, ela foi realizada conforme a vontade de cada país, conforme previsto nos Acordos de Marrakesh (UNFCCC, 2002).

A ausência de parâmetros internacionais aplicáveis para todos os países pode ter interferido na real contribuição dos projetos para o desenvolvimento sustentável, a depender dos contextos nacionais e das metas que se esperavam alcançar (LAZARO e GREMAUD, 2017). Alguns estudos mostraram maior importância do fator econômico em análises de alguns países, em detrimento aos aspectos ambientais ou sociais (BOYD *et al*, 2009; NYAMBURA e NHAMO, 2014; SUBBARAO e LOYD, 2011).

Olsen (2007) pontuou que, se dependesse apenas da avaliação do mercado, o MDL não conseguiria atingir a proposta de contribuir para o desenvolvimento sustentável. Uma vez que a demonstração dos impactos socioambientais não foi determinada de forma criteriosa, abriu espaço para que os desenvolvedores de projetos entregassem informações rasas neste ponto específico, geralmente com menção a benefícios gerais esperados, sem aprofundar nos reais impactos esperados.

Vários estudos foram desenvolvidos com proposições para melhor quantificar essas contribuições (BOYD *et al*, 2009; SPALDING-FECHER *et al*, 2012), com o consenso de que a continuação do mecanismo após 2012 estaria muito relacionada a melhores definições nesse aspecto.

Ao longo do tempo, o Conselho Executivo da CQNUMC, responsável por coordenar os procedimentos do MDL, conseguiu avançar em seus regulamentos. Em 2015, foram estabelecidos novos procedimentos para o desenvolvimento de projetos no mecanismo para avaliação de impactos socioambientais a partir da inclusão de análises mais detalhadas no projeto, conforme mostrado na Tabela 18.

Tabela 18 – Regulamentos para consideração de impactos socioambientais para projetos de MDL

Impactos Ambientais	Apresentação obrigatória de análise resumida dos impactos ambientais da atividade, incluindo aqueles associados à biodiversidade e ecossistemas naturais, relacionados também aos limites físicos externos ao projeto, acompanhada de toda a documentação comprobatória para verificação. Para impactos significativos, estabelecer planos de monitoramento com resultados reportados a cada verificação.
Impactos Sociais	Apresentação obrigatória de análise resumida dos principais impactos socioeconômicos da atividade, acompanhada de toda a documentação comprobatória para verificação. Para impactos significativos, estabelecer planos de monitoramento com resultados reportados a cada verificação

Fonte: UNFCCC (2015b)

Em 2017, uma nova adição foi realizada na regulamentação para incluir a consideração de cobenefícios socioambientais⁶⁹, incentivando os proponentes de projeto a inserir, separadamente ao plano de monitoramento, um documento descrevendo a metodologia proposta para monitoramento dos cobenefícios do projeto. Além disso, incluiu-se a frequência da avaliação, além de informar se uma verificação externa dos resultados seria considerada (UNFCCC, 2017c).

Assim, avanços no tratamento desse desafio foram observados, todavia, não contemplaram a maior parte dos projetos – registrados até 2012 – uma vez que tais modificações ocorreram posteriormente. Dessa forma, créditos sobressalentes ainda podem enfrentar dificuldades na sua aquisição por estarem relacionados a projetos desenvolvidos em um período com critérios menos rigorosos em relação aos atributos socioambientais.

Já o mercado voluntário opera sem a necessidade de intervenção governamental, como mencionado anteriormente. Assim, a avaliação dos impactos socioambientais e da contribuição para o desenvolvimento sustentável ficam a critério dos próprios organismos de registro e das

⁶⁹ Termo utilizado para caracterizar os ganhos socioambientais que vão além da redução de emissões propriamente dita.

entidades de verificação envolvidas. Segundo alguns autores (CORBERA *et al*, 2009; BISOIRE e HECQ, 2012), houve maior preocupação com os critérios socioambientais nesses mercados, tendo em vista que a procura por créditos estava geralmente relacionada à melhoria da “imagem ambiental” de uma empresa compradora. Boyd *et al* (2009) também reforçaram que, pela maior independência e agilidade em seus procedimentos, as organizações desse mercado conseguiram testar metodologias e regulamentações, competindo na oferta por projetos de alta qualidade, incluindo aspectos relacionados com o desenvolvimento sustentável.

Avanços nos últimos anos nos mercados voluntários relacionaram-se com a maior preocupação em demonstrar os cobenefícios dos projetos registrados, visando atender a demanda de um mercado comprador que buscava financiar projetos com resultados além das reduções de emissões propriamente ditas (HAMRICK e GALLANT, 2017). Embora a quantificação desses cobenefícios possa ser realizada pelos desenvolvedores de projeto a partir de métodos de sua escolha, alguns “padrões” adicionais ganharam força no mercado, trazendo maior credibilidade ao processo.

Esses padrões funcionam como uma espécie de chancela e autenticam os cobenefícios demonstrados pelo projeto, conforme suas regras específicas. Projetos registrados junto ao Gold Standard passam por essa verificação e outras iniciativas – exclusivas para certificação desses atributos adicionais – existem, sendo as principais o *Climate, Community and Biodiversity Standard*⁷⁰ (CCB) e o *Social Carbon*⁷¹. Segundo Paiva *et al* (2015), projetos acompanhados por esses “selos” podem ter preferência para alguns compradores do mercado voluntário, inclusive com maior valorização do crédito. Em contrapartida, a certificação adicional incorre em outros custos no processo, além daqueles associados ao projeto de créditos de carbono.

Uma preocupação acerca dos projetos de geração de eletricidade a partir de fontes renováveis é o fato desses terem representado a principal oferta de créditos no mundo. Embora a determinação dos cobenefícios possa ser feita no próprio Documento de Concepção do Projeto (para novos projetos), verificou-se que projetos certificados adicionalmente nos padrões de sustentabilidade possuem maior valor no mercado. Assim, os desenvolvedores de projetos de energias renováveis mais difundidas, como a eólica, ao buscar essa certificação, poderão ter

⁷⁰ Trata-se de um padrão de boas práticas e abordagem de múltiplos benefícios que certifica projetos de créditos de carbono, a partir de aspectos relacionados às ações de enfrentamento às mudanças climáticas, suporte de comunidades locais e conservação da biodiversidade (CCBA, 2017).

⁷¹ Esse padrão foi desenvolvido no Brasil pelo Instituto Ecológica, que certifica projetos de créditos de carbono a partir de suas contribuições para o desenvolvimento sustentável considerando a quantificação dos componentes de biodiversidade, social, financeiro, humano e natural (SOCIAL CARBON, 2013).

custos adicionais sem uma garantia de melhor valor de venda do projeto, tendo em vista a competitividade de outros projetos da categoria.

4.3 Adicionalidade

Uma das premissas básicas para a obtenção de créditos de carbono é a comprovação de que a atividade proposta promoveu reduções de emissões reais e mensuráveis, em relação a um cenário de linha de base que continuaria a ocorrer na ausência daquela atividade. Essa é a forma utilizada para indicar que existe um “ganho” para o qual se certifica um crédito, buscando garantir a integridade ambiental do sistema. A redução das emissões é então definida considerando que as emissões do cenário usual deixariam de existir. A linha de base é geralmente calculada a partir de metodologias consolidadas pela CQNUMC (mesmo em registros voluntários), e no caso da geração de eletricidade considera o fator de emissão de GEE relacionado à fonte de energia a ser substituída, por exemplo, o *mix* de uma matriz elétrica específica. No Brasil, este fator é calculado pela DNA para o sistema elétrico nacional.

A forma de comprovação de adicionalidade mais usual é aquela sugerida pela ferramenta desenvolvida pelo órgão supervisor do MDL (UNFCCC, 2012b), consistindo em uma análise realizada por algumas etapas, sendo:

- Identificação de alternativas ao projeto consistentes com a legislação vigente;
- Análise de investimento, a fim de concluir se a atividade em questão pode não ser a de melhor atratividade financeira ou não atrair investimento;
- Identificação de alguma barreira para a implementação do projeto e de alguma alternativa ao projeto proposto que não enfrente esta mesma barreira;
- Identificação de atividades similares desenvolvidas e, em caso afirmativo, das principais diferenças do projeto proposto.

Ao longo dos anos, críticas referentes à adicionalidade foram frequentes. Em relação a usinas de energia renovável no setor elétrico, por exemplo, ressaltaram o fato de que as fontes renováveis de energia foram promovidas ao longo dos anos por políticas nacionais diversas, como na China, indicando que aquele projeto ocorreria mesmo na ausência dos créditos de carbono (HAYA e PAREKH, 2011). Sob esse aspecto, as prerrogativas da CQNUMC acerca

do tratamento de políticas nacionais na avaliação da adicionalidade, estabeleceram que, para estabelecer se um projeto era adicional mediante a existência de uma política, deveria ser utilizado o seguinte critério: caso a política incentivasse tecnologias com maior intensidade de emissões ela poderia ser considerada no teste de adicionalidade caso tivesse sido implementada antes do estabelecimento do Protocolo de Quioto, em 1997; caso a política oferecesse incentivo a tecnologias com menor intensidade de emissões, a mesma poderia ser considerada na análise de adicionalidade se tivesse sido implementada antes de 2001, na ocasião dos Acordos de Marrakesh (GRUBB *et al*, 2011).

Outro fator frequentemente abordado foi a forma de realização da análise de investimento, na qual os cálculos de viabilidade econômica, bem como a construção do *benchmark*, ficavam a encargo do próprio desenvolvedor do projeto e, posteriormente eram validados pelos DOEs. Fragilidades foram observadas nesse aspecto (HAYA, 2010) devido ao fato de os parâmetros de análise serem definidos pelo desenvolvedor, com maior ocorrência de ajuste de fatores para obtenção de resultados favoráveis ao projeto. Os regulamentos do MDL avançaram nesse aspecto, através do estabelecimento de valores padrão para alguns parâmetros da análise de investimento, conforme a última versão da ferramenta (UNFCC, 2017d).

Um estudo mais recente preparado por Cames *et al* (2016) avaliou a adicionalidade de projetos do MDL para diferentes tipos de atividade, dentre elas a geração de eletricidade a partir de fontes renováveis. Considerando projetos cuja principal redução de emissões relaciona-se ao CO₂ (projetos que substituem a queima de combustíveis fósseis, por fontes como hidrelétrica, eólica, solar, biomassa, geotérmica), o estudo verificou que a maior parte dos projetos disponíveis de fontes hidrelétrica e eólica não foram capazes de comprovar a barreira financeira em testes de adicionalidade. Isso porque o impacto observado da provável receita das certificações na taxa interna de retorno desses tipos de projeto foi baixo e inferior ao impacto de outras variáveis regionais no mesmo indicador (o que também havia sido apontado por BOSI, CANTOR e SPORS, 2010).

Além disso, outros autores reforçaram o fato de que, em alguns casos, como na China, políticas favoráveis ao desenvolvimento desses projetos foram mais relevantes do que a implantação do MDL propriamente dita (BOGNER e SCHNEIDER, 2011; SPADING-FECHER *et al*, 2012). Para outras fontes associadas à redução de CO₂, como solar ou biomassa, foram observadas menores incidências de projetos não adicionais.

Melhores resultados em termos de impacto da certificação nos indicadores financeiros do projeto foram observados para atividades que, além de substituírem a queima de combustíveis fósseis, também poderiam reduzir a emissão de CH₄, como por exemplo, a geração elétrica a

partir de biogás de aterro, ou a partir da queima de resíduos de biomassa que, no caso contrário da queima, degradariam e também produziram emissões do referido GEE.

Dentre as recomendações do estudo, foi proposta a adequação do teste, melhorando a integração das demais etapas com a análise de investimentos, além de melhorar os parâmetros para a avaliação de prática comum. Outra sugestão foi a implantação de guias específicos para o setor ou tipo de projeto, com maior nível de detalhes, ao contrário da ferramenta única utilizada pela CQNUMC. O estudo também recomendou a exclusão das fontes hidrelétrica e eólica como categorias de projetos, à exceção daqueles em menor escala ou desenvolvidos em países menos desenvolvidos.

No mercado voluntário, os padrões desenvolveram um segundo teste de adicionalidade, chamado teste de performance ou *benchmark*, consistindo em uma abordagem geral comparando o desempenho de diferentes tecnologias (McFARLAND, 2011). Todavia, esse tipo de teste não foi explorado para projetos de geração elétrica, cujas metodologias consolidadas foram aquelas desenvolvidas pelo próprio MDL, aceitas pelos padrões do mercado voluntário. Assim, projetos voluntários herdaram as mesmas problemáticas associadas aos de MDL, todavia, a percepção da credibilidade ficou a critério de seu mercado específico.

A comprovação de adicionalidade é importante para o desenvolvimento de projetos de créditos de carbono. Discussões são necessárias para buscar melhorar as análises, oferecendo mais ferramentas e informações aos desenvolvedores de projetos e agentes de verificação, buscando aprimorar a qualidade dos créditos oferecidos.

4.4 Dupla Contabilização e Titularidade

Considerando os aspectos internacionais dos mercados de carbono e as interações entre eles existentes, a dupla contabilização de redução de emissões consiste em um desafio consistente desde a sua implantação. A ocorrência procede da forma como as partes que geram ou adquirem os créditos os utilizam para efeitos de reporte de emissões mitigadas.

Imagina-se uma empresa do setor energético que desenvolva um projeto de energia renovável passível de obtenção de créditos de carbono e que venda essas unidades. Ao mesmo tempo, ela está inserida em um país que possui algum tipo de mecanismo de controle de emissões, no qual é necessário reportar as emissões totais em um período. Se a usina ao mesmo

tempo certifica e transaciona certificados e desconta essas emissões do seu limite, ela está contabilizando uma mesma redução duas vezes.

Nesses casos, a mitigação desse efeito fica a cargo da adoção de critérios e boas práticas, estabelecidas pelos regulamentos das organizações de registro de projetos de créditos de carbono, que realizam o rastreamento das certificações através da identificação por número de série único.

Além disso, créditos de carbono estão atrelados a valores financeiros recebidos pela redução de um determinado número de emissões devido aos atributos ambientais associados. A definição dos direitos de propriedade sobre estes certificados é uma questão importante, tendo em vista que se trata de um mercado de vários agentes e com brechas para contestação. Nos projetos de geração de eletricidade, eles constituem um ativo econômico adicional à geração de energia propriamente dita. Os geradores de energia estão incluídos em mercados complexos, compostos por diversos atores, a depender do sistema elétrico em que estão inseridos (órgãos de regulamentação, comercialização, transmissão e distribuição, compradores, etc.), o que torna necessário delimitar com clareza quem tem direito sobre aquele certificado.

São observadas regras mais claras nos padrões dos mecanismos voluntários quanto à necessidade de indicação da titularidade sobre as certificações, mesmo porque é um mercado mais diverso e, portanto, com grande necessidade de rastreabilidade. Considerando os padrões voluntários avaliados, conforme apresentado na Tabela 3 da Seção 3.1.2, observou-se que as necessidades de comprovação podem ser mais ou menos exigentes. O VCS, por exemplo, atrela a definição do título à comprovação documental da propriedade das instalações físicas, da área em que é desenvolvido o projeto, da participação na empresa proponente, etc. O ACR afirma ainda que é necessário demonstrar exclusividade incontestável dos benefícios advindos daquela atividade que reduz emissões. O espaço físico e as instalações do projeto poderão estar sob a titularidade de terceiros, desde que documentalmente comprovada a propriedade das reduções de emissões (VCS, 2017; ACR, 2018a).

Mesmo com estas disposições, um estudo de Monterubio (2012) exemplificou possibilidades de disputas em relação aos créditos, dando o exemplo das diferentes percepções dos certificados para a Lei do Estado da Califórnia e da Louisiana. No primeiro, existe um comércio de emissões que estabelece que o crédito de carbono não é visto pela lei como um direito de propriedade. No segundo, que pode participar também do mercado californiano oferecendo créditos, a lei entende que os créditos consistem um direito de propriedade, a partir do momento em que o proprietário pode reportar, transferir ou vender estes créditos. Assim, em uma eventual disputa, a depender da jurisdição responsável, a interpretação seria diferente.

Mesmo em locais em que não existem comércio de emissões, existem previsões nos contratos de compra e venda de energia acerca dos atributos ambientais associados à eletricidade, dentre eles os créditos de carbono. As modalidades podem incluir o direito exclusivo ao gerador, ao comprador ou até mesmo a ambos, a partir de definição de percentuais (USA, 2017; NATIONAL GRID, 2010; NIPSCO, 2017). No Brasil, onde existem dois ambientes distintos de contratação de energia, um regulado e outro livre – ambos com obrigatoriedade de registro dos contratos junto à Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) – essa definição ainda não existe, o que deixa os projetos mais vulneráveis a disputas legais.

Uma experiência neste assunto para o Brasil diz respeito aos projetos beneficiados pelo Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), estabelecido a partir da Lei nº 40.438 (BRASIL, 2002) e regulamentado pelo Decreto 5.025 (BRASIL, 2004), com objetivo de aumentar a capacidade instalada de pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), usinas térmicas a biomassa e usinas eólicas no país. Inicialmente, segundo o Decreto 5.025 (BRASIL, 2004) a redução de emissão de GEE, nos termos do Protocolo de Quioto, consistia em um dos objetivos do Programa, entretanto, sem diretrizes específicas nessa temática. Todavia, dois anos depois do início das atividades do Programa, com a implantação do Decreto 5.882 (BRASIL, 2006), foram apresentadas as regras específicas para a requisição de créditos de carbono, concedendo às Centrais Elétricas Brasileiras S.A (Eletrobrás) a obrigação de desenvolver os processos de preparação e validação dos Documentos de Concepção do Projeto, bem como registro, monitoramento e certificação das reduções de emissões e sua respectiva comercialização, para os projetos inseridos no Programa.

Essa regulamentação tardia quanto ao direito sobre os créditos foi problemática, causando desconforto aos participantes do Programa que esperavam usufruir do direito sob a venda de possíveis créditos, tendo em vista que o MDL passou a funcionar no país pouco depois da regulamentação do PROINFA. Como resultado, por exemplo, ocorreu a impetração do Mandado de Segurança nº 26.326 pela Goiasa Goiatuba Alcool Ltda. ao Supremo Tribunal Federal (STF), requerendo a titularidade dos benefícios (STF, 2018). O pedido de desistência foi homologado pela Goiasa em 2011, que não prosseguiu com o projeto de créditos de carbono.

Para verificar a influência dessa regulação sobre a emissão de créditos de carbono de usinas contempladas pelo PROINFA, realizou-se uma pesquisa de projetos de carbono correspondentes tanto no sistema regulado (MDL⁷²) quanto no voluntário, considerando os três

⁷² A partir de <http://cdm.unfccc.int/Projects/projsearch.html>, acesso em jul/ago 2017.

registros trabalhados nesta dissertação (ACR⁷³, VCS⁷⁴ e Gold Standard⁷⁵). A partir da busca do nome dos projetos em todas estas plataformas, foram avaliados os projetos encontrados, extraindo informações dos Documentos de Concepção de Projeto e dos relatórios de verificação, bem como o histórico do projeto e eventuais rejeições ou pedidos de remoção do sistema. As principais informações avaliadas foram: situação do projeto (registrado, certificado, rejeitado, removido), período de crédito, quantidade de certificações previstas e quantidades de certificações emitidas. Adicionalmente, no texto dos documentos foi feita a pesquisa para verificar se houve menção ou indicação de titularidade ou direito de propriedade dos créditos à Eletrobrás. Uma segunda consulta foi realizada no sítio virtual da Eletrobrás, que lista todos os documentos de concepção de projetos elaborados pela empresa. Tais arquivos foram cruzados com todas as bases de dados supracitadas a fim de saber se foram efetivamente registrados em alguma plataforma como projetos de créditos de carbono.

Ao todo foram 119 as usinas em operação contempladas pelo PROINFA, distribuídas entre as fontes biomassa, eólica e PCHs. A consulta de projetos nas plataformas selecionadas retornou o registro de 7 projetos de MDL na CQNUMC, cujas informações encontram-se na Tabela 19. Esses projetos estão relacionados a 20 usinas, sendo dois projetos agrupados (projetos #10328 e #0603). Nenhum projeto do PROINFA foi encontrado no âmbito voluntário, embora existam projetos do setor elétrico brasileiro registrados. Além disso, o sítio virtual da Eletrobrás⁷⁶ apresentou 5 Documentos de Concepção de Projeto elaborados pela empresa referentes a 33 usinas. No entanto, apenas um desses projetos consta efetivamente na base de dados da CQNUMC (referência #10328), tendo sido rejeitado por não conseguir comprovar adicionalidade, além de necessitar de esclarecimentos técnicos no Documento de Concepção do Projeto. Os outros 4 projetos possuem documento de concepção, mas não há atividade de registro em nenhum dos organismos pesquisados.

Tabela 19 - Resumo dos projetos registrados das usinas do PROINFA

Projeto	Situação	Duração e Certificações
#10328*: Projeto das PCHs São Pedro, Carangola, Calheiros, São Simão, Funil, São Joaquim, Fumaça IV, Jataí, Irara, Bonfante, Monte Serrat e Santa Fé I, totalizando 275,6 MW de potência instalada.	Projeto rejeitado para registro pela CQNUMC, com possibilidade de novas tentativas mediante apresentação de correções e evidências. O proponente do projeto é a Eletrobrás, a quem é atribuída a titularidade dos créditos de carbono.	Período de crédito de outubro de 2016 a outubro de 2026, com previsão de 650.438 certificações anuais.

⁷³ A partir de <https://americancarbonregistry.org/how-it-works/registry-reports>, acesso em jul/ago 2017.

⁷⁴ A partir de <http://www.vcsprojectdatabase.org/#/home>, acesso em jul/ago. 2017.

⁷⁵ A partir de <https://www.goldstandard.org/project-developers/our-project-registry>, acesso em jul/ago 2017.

⁷⁶ A partir de <http://eletrobras.com/pt/Paginas/Proinfa.aspx>, acesso em ago 2017.

Projeto	Situação	Duração e Certificações
#1062*: Projeto da usina térmica de cogeração com bagaço de cana-de-açúcar Santa Terezinha, com 50,5 MW de potência instalada.	Projeto registrado pela CQNUMC, todavia, sem nenhum pedido de emissão de certificações. A titularidade dos créditos é relacionada ao proponente do projeto, que destinaria a renda a investimentos no projeto e comunidades próximas.	Período de crédito de junho de 2007 a junho de 2014, com possibilidade de renovação e previsão de 43.844 certificações anuais.
#0203*: Projeto da usina térmica de cogeração com bagaço de cana-de-açúcar Catanduva (antiga Cerradinho), com 75,0 MW de potência instalada.	Projeto registrado pela CQNUMC e com 99.442 créditos de carbono efetivamente emitidos. O projeto previa um aumento gradual da potência, ou seja, o período certificado não representa a potência total instalada atual. Não há atribuição direta dos créditos de carbono à Eletrobrás no documento do projeto.	Período de crédito de julho de 2002 a junho de 2009, com possibilidade de renovação e previsão de 34.742 certificações anuais. O período de julho de 2002 a dezembro de 2006 foi certificado e não houve demais movimentações no projeto.
#0187*: Projeto da usina térmica de cogeração com bagaço de cana-de-açúcar Jalles Machado, com 50,0 MW de potência instalada.	Projeto registrado pela CQNUMC, com 63.885 créditos de carbono efetivamente emitidos em um primeiro período e 47.229 no segundo período. O projeto não cobre a totalidade da potência instalada da usina, tendo sido desconsiderada a expansão da potência instalada financiada pelo PROINFA (12 MW), justificada pela ausência do direito de propriedade, pela circunstância do Decreto 5.882/2006.	Período de crédito de abril de 2001 a abril de 2008, renovado para abril de 2008 a Abril de 2015, com certificações emitidas até Novembro de 2010.
#0185*: Projeto da usina térmica de cogeração com bagaço de cana-de-açúcar Coruripe, com 32,0 MW de potência instalada.	Projeto registrado pela CQNUMC, todavia, sem nenhum pedido de emissão de certificações. Não há menção ou atribuição direta dos créditos à Eletrobrás.	Período de crédito de março de 2006 a fevereiro de 2013, com possibilidade de renovação e previsão de 5.784 certificações anuais.
#0575*: Projeto da usina eólica Água Doce, com 9,0 MW de potência instalada.	Projeto registrado pela CQNUMC e com 16.067 créditos emitidos. Não menciona a Eletrobrás como a detentora dos créditos de carbono.	Período de crédito de setembro de 2006 a setembro de 2013, com possibilidade de renovação. O período de setembro de 2006 a março de 2008 foi emitido.
#0603*: Projeto de complexo eólico composto pelas usinas Osório, dos Índios e Sangradouro, com 150 MW de potência instalada.	Projeto registrado pela CQNUMC e com 292.505 créditos emitidos. Não menciona a Eletrobrás como a detentora dos créditos de carbono.	Período de crédito de janeiro de 2007 a 31 de dezembro de 2013, com possibilidade de renovação. Os anos de 2007 e 2008 foram emitidos.

* Número de referência do projeto na plataforma do MDL na CQNUMC

Observou-se que o projeto #0187, de biomassa, solicitou certificação por um período de crédito completo de 7 anos, renovando por mais 7 anos e com certificação parcial nesse segundo período, ao contrário dos demais projetos, os quais apresentaram nenhum ou poucos pedidos de emissão de créditos. Esse foi o único projeto que, apesar de participar do PROINFA, considerou apenas a potência instalada não beneficiada pelo Programa em seu projeto de MDL, indicando de forma direta que a exclusão dos 12 MW de potência se deu pela obrigatoriedade de ceder os créditos à Eletrobrás. Uma possibilidade é que o projeto tenha solicitado mais

certificações do que os demais pelo fato de não precisar entregar as certificações à Eletrobrás⁷⁷ (tendo em vista que desconsiderou a potência subsidiada pelo PROINFA no projeto), embora não seja possível estabelecer essa relação direta.

Ressalta-se ainda que o único projeto registrado efetivamente desenvolvido pela Eletrobrás foi rejeitado por falhas na concepção do documento, o que pode ou não se associar a uma menor prática da companhia no desenvolvimento de projetos. A regulamentação por parte da Eletrobrás é interessante, uma vez que determina com clareza quem é o proprietário dos créditos, todavia, pelo fato de ter sido implementada dois anos após a regulamentação do PROINFA, pode ter sido prejudicial aos participantes do Programa. Até hoje, essa foi a única iniciativa de definição de titularidade de créditos de carbono no país.

4.5 Intersecção com certificados de energia renovável

Embora os créditos de carbono possam ser gerados a partir de uma série de atividades distintas que comprovem a redução ou remoção real de GEE, os projetos de interesse deste estudo referem-se unicamente à geração de eletricidade de fontes renováveis de energia. Nesse aspecto, existe outra categoria de certificado transacionável associado aos atributos ambientais da energia renovável gerada – os certificados de energia renovável, já mencionados anteriormente, que se apresentam como uma outra opção no contexto de mercados ambientais desse tipo específico de atividade.

Existem similaridades entre os certificados de energia renovável e os créditos de carbono (para atividades de geração de energia elétrica renovável). Ambos consistem em unidades transacionáveis dentro de mecanismos de mercado, criadas com o objetivo de direcionar investimentos para as tecnologias renováveis. Assim, são concedidos ao mesmo agente: o produtor de energia. A intersecção se dá pelo fato de que esse produtor tem duas opções de certificação para cada unidade de energia gerada – decisão que pode estar relacionada ao contexto no qual esse agente está inserido.

Considerando um contexto regulado, no qual determinado país adotou tanto um sistema de quotas quanto um sistema limitante de emissões (por exemplo, um comércio de emissões), o empreendedor de energia renovável tem duas opções de mercado distintas. Nesse caso, a

⁷⁷ Que era uma das obrigações estabelecidas pelo Decreto 5.882/2006.

decisão provavelmente estará atrelada à demanda, que por sua vez será determinada pelo perfil da regulamentação. Definições sobre o sistema de quotas e as metas a serem atingidas, no caso dos certificados renováveis; e sobre a aceitação de créditos de carbono provenientes de atividades de geração de energia renovável, no caso do certificado e comércio de redução de emissões, podem direcionar o empreendedor à determinada certificação.

Para Schusser e Jaraitè (2018), a compreensão das variações dos preços e interações das certificações é outro importante fator para auxiliar o investidor no processo de tomada de decisão. Nesse aspecto, estudos (AMUNDSEN e MORTENSEN, 2001, AMUNDSEN e NESSE, 2009) exemplificaram um cenário de preços do crédito de carbono elevados, no qual a geração a partir de fontes fósseis seria mais cara e, conseqüentemente, haveria maior investimento em fontes renováveis. Com mais oferta de energia renovável, seriam menores os preços dos certificados de energia renovável. Por outro lado, para Rathmann (2007), um sistema de quotas bem estabelecido, que alcançasse o propósito de expandir a geração renovável conseqüentemente reduziria as emissões do local. Com menores emissões, diminuiria a demanda por créditos de carbono, reduzindo também o seu preço.

Essa percepção de demanda é necessária também em um contexto voluntário. A busca pela certificação vai depender da motivação do empreendedor. Considerando o caso das empresas que buscam melhoria de seu posicionamento ambiental perante a sociedade, as duas certificações podem ser procuradas. A diferença está no fato de que os créditos de carbono podem ser utilizados para compensar as emissões da empresa de forma geral – não restritas ao consumo de energia elétrica, mesmo que o crédito de carbono seja advindo de uma usina elétrica. Isso porque, ao passar pelo processo de certificação, o projeto obteve certificados em toneladas métricas equivalentes de CO₂.

Já o certificado de energia renovável só poderá ser utilizado pelo comprador para compensar a utilização de energia elétrica não-renovável. Por isso, esse certificado tem um público alvo relativamente mais restrito. Mesmo assim, empresas eletro intensivas, por exemplo, poderiam concorrer com outras empresas para adquirir créditos de carbono e usá-los para compensar a adoção de fontes não renováveis, a partir da quantificação das emissões relacionadas.

Nessa situação, o posicionamento do gerador também pode variar conforme o contexto no qual ele está inserido, no que se refere à percepção da demanda. Dependendo do perfil da matriz elétrica na qual se encontra (e do percentual da geração não renovável) e do perfil dos potenciais consumidores (quanto ao consumo de energia elétrica), direcionamentos diferentes podem ser tomados pelo gerador.

Embora os certificados de energia renovável não representem quantitativamente a redução de emissões de GEE, sua demanda no mercado voluntário está comumente associada a esse potencial de mitigação. Isso porque grande parte dos compradores desses certificados os utilizam como forma de demonstrar o uso de energia renovável em seus inventários de emissões. As emissões de Escopo 2 de inventários são exclusivamente relacionadas à aquisição de energia elétrica ou térmica. Assim, se uma empresa adquire certificados de energia renovável, pode utilizar para compensar energia elétrica adquirida de fonte não renovável, e, conseqüentemente, apresentar resultados menores de emissões naquele escopo específico (CSR, 2012; CRITCHFIELD, 2015).

Como mencionado no Capítulo 2, foram encontrados 143 empreendimentos registrados na plataforma I-REC, com potência total instalada de 10.180 MW. Embora a representatividade de empreendimentos registrados no sistema não se compare ao observado para outros certificados, como os créditos de carbono, mesmo porque o IREC consiste em uma das iniciativas para certificados do tipo, dentre outras mais regionalizadas, os dados possibilitam algumas observações. A primeira, é a adesão de participantes provenientes de países que também são importantes geradores de créditos nos mercados de carbono, como Brasil e Índia. A segunda, é a expressividade dos empreendimentos registrados, em número e potência instalada, para as fontes hidrelétrica e eólica, também similar ao observado nos mercados de carbono. Assim, um perfil similar de geradores é observado em ambos os mercados.

Para o caso específico do Brasil, verificou-se a maior adesão de empreendimentos a partir de geração hidrelétrica e eólica, assim como o comportamento para o mercado de créditos de carbono. Retomando a avaliação da potência instalada por tipo de fonte, em comparação à potência instalada brasileira (conforme realizado na Seção 2.5), constatou-se que a representatividade da participação de empreendimentos registrados no I-REC em relação à matriz elétrica nacional é inferior à observada para os créditos de carbono, sendo cerca de 5% para fonte eólica, 1,5% para hidrelétrica e menos de 1% para biomassa.

Ainda assim, a iniciativa existe no Brasil há menos de três anos e poderá receber maior participação de novos empreendimentos, conforme o posicionamento do mercado comprador.

4.6 Considerações Finais

A avaliação dos desafios reuniu estudos realizados acerca de pontos de discussão desses mercados. Um deles foi a concentração de projetos em poucos países, dentre eles os asiáticos e o Brasil, principalmente para o MDL, que visava investimentos em países em desenvolvimento

e menos desenvolvidos. Esse comportamento pode ter contribuído na decisão do EU-ETS por restringir novos projetos aos países menos desenvolvidos em 2012, afetando a demanda por créditos do MDL. Concentração relativamente similar foi observada no mercado voluntário, todavia, com menor impacto na demanda pelos créditos, tendo em vista a diversidade dos consumidores nesse mercado.

Neste aspecto, ressalta-se que, antes de tudo, projetos de geração de energia elétrica caracterizam-se pela participação da iniciativa privada, cujas decisões são tomadas a partir do critério econômico, levando em consideração o risco do investimento. Logo, o protagonismo de países com investimentos favoráveis pode ser considerado um comportamento natural. Além disso, grande parte dos projetos desenvolvidos referiram-se a atividades de maior escala, com maior potencial de geração de eletricidade e, conseqüentemente, de receita. Projetos de menor escala foram menos preferidos, tendo em vista os custos e processos relacionados a sua realização, o que consiste em outro motivo para que esta concentração tenha ocorrido.

Em relação aos atributos socioambientais, foram observadas preocupações quanto a pouca rigidez na comprovação da contribuição para o desenvolvimento sustentável e demonstração de cobenefícios. Essas indagações levaram ao aprimoramento dos métodos a partir da experiência adquirida do mercado voluntário, que demonstrou maior rigor nesses requisitos ao longo dos anos. Como o aprimoramento ocorreu após a maior parte dos registros, é possível que exista uma grande quantidade de créditos disponíveis e com menor associação destes atributos, o que pode influenciar na demanda, a depender da preferência do mercado consumidor.

Discussão similar foi realizada para a demonstração de adicionalidade - uma das principais problemáticas no que compete aos créditos de carbono. Em virtude da ausência de melhores orientações ou de pouco rigor na avaliação dos dados utilizados, muitos projetos de geração elétrica a partir de fontes renováveis considerados não adicionais foram registrados ao longo dos anos. Melhorias também foram aplicadas nestes métodos, porém estudos apontaram a necessidade de maiores esforços nesse ponto, inclusive indicando a exclusão de categorias de hidrelétricas de grande porte e fonte eólica para países nos quais essas tecnologias estão mais consolidadas.

No que se refere à dupla contabilização, enfatizou-se a importância de maior supervisão dos processos de certificação, uma vez que esses créditos poderiam ser utilizados por mais agentes, como no mercado voluntário; e na comprovação dos direitos de propriedade, a fim de evitar conflitos acerca de possíveis créditos emitidos.

Um último desafio avaliado apontou a possibilidade de interferência de um segundo certificado direcionado aos geradores de energia elétrica renovável – o certificado de energia renovável - na demanda de créditos de carbono. Embora não forneçam a redução de emissões, esses certificados são uma alternativa para consumidores do mercado voluntário que procuram o posicionamento ambiental.

A participação desses projetos no mercado poderá depender de novos fatores geradores de demanda, alinhados ao entendimento dos desafios apresentados, discussão que é apresentada no Capítulo seguinte.

5 ANÁLISES DE TENDÊNCIAS

As informações até então apresentadas objetivaram diagnosticar a evolução dos créditos de carbono para atividades de geração de eletricidade de fontes renováveis dentro dos mercados existentes, separados entre os contextos regulado e o voluntário. Alguns fatores que influenciaram a demanda por esses créditos, como variações nas regulamentações, o período de crise econômica mundial e demais desafios que impactaram a credibilidade das certificações ou interferiram no mercado de alguma forma, foram também discutidos.

Considerando a possibilidade de coexistirem ou não os mercados internacionais de créditos; mercados de iniciativas regionais, nacionais e subnacionais; e mercados voluntários, procurou-se vislumbrar as perspectivas para os créditos de carbono a partir da realização de uma análise de tendências, à luz dos desafios apontados. Para essa análise, foram seguidos os passos apresentados na Figura 28, os quais são detalhados nas seções seguintes.

<p>PASSO 01: Identificação de mercados geradores de demanda para os créditos de carbono</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Delimitação de mercados para os créditos de carbono dos projetos de interesse a partir das informações apresentadas e discussões recentes; • Consideração de demanda a partir de regulamentação e iniciativas voluntárias; • Consideração de um novo mecanismo de mercado a partir do Acordo de Paris.
<p>PASSO 02: Divisão dos mercados identificados em casos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Delimitação de casos para o funcionamento dos mercados indicados, a partir de suas possibilidades de coexistência.
<p>PASSO 03: Avaliação do comportamento dos créditos de carbono a partir dos desafios</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliação dos cinco desafios apresentados no Capítulo 4 e sua influência em cada mercado delimitado, para cada um dos casos; • Distinção da análise para o contexto mundial e nacional (Brasil).
<p>PASSO 04: Considerações sobre tendências a partir das avaliações</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Resumo das principais análises dos desafios; • Pontuações sobre as tendências observadas a partir da avaliação realizada.

Figura 28 – Passos adotados para a análise de tendências

Fonte: Elaboração própria

5.1 Identificação dos Mercados

Para avaliar possíveis tendências para os créditos de carbono decorrentes de projetos de geração de eletricidade a partir de fontes renováveis foram delimitados três possíveis mercados como fontes de demanda de créditos de carbono: o contexto internacional do novo mecanismo de mercado originário do Acordo de Paris, chamado de M1; o contexto de iniciativas regionais, nacionais e subnacionais do mercado de créditos de carbono, identificado como M2; e o mercado de iniciativas voluntárias de créditos de carbono, denominado de M3.

5.1.1 M1: Mercado Internacional do Novo Mecanismo de Mercado do Acordo de Paris

Assinado em 2015, na COP 21, o Acordo de Paris foi ratificado em novembro de 2016, quando atingiu a quota de aprovação oficial por pelo menos 55 Partes, com somatório correspondente a pelo menos 55% das emissões mundiais.

O Acordo representou um marco na trajetória da política do clima, principalmente pela significativa adesão dos países, em número absoluto e em representatividade em emissões globais. Adicionalmente, foi a primeira iniciativa concreta de substituição do instrumento em vigor até 2020 (Protocolo de Quioto), podendo inclusive fazer uso da experiência adquirida para delimitar e aprimorar estratégias de mitigação e adaptação à mudança do clima.

É importante observar a diferente abordagem do Acordo de Paris em relação ao Protocolo de Quioto no que compete à distribuição de responsabilidades. A solicitação da entrega das NDCs e respectivas atualizações a cada ciclo de 5 anos, fez com que as Partes estabelecessem suas metas a partir dos cenários domésticos identificados, o que pode ser mais eficaz, com o devido alinhamento com as estratégias internas já desenvolvidas⁷⁸.

No que se refere ao uso de mecanismos de mercado, dentre as disposições do Acordo, o Artigo 6 apresentou possibilidades, em seus Parágrafos 2 e 4, coerentes com o uso de certificados para a mitigação de emissões:

⁷⁸ Ao contrário do que ocorreu com o Protocolo de Quioto, quando as metas para os países participantes foram estabelecidas pela própria UNFCCC.

“(…) 2. Ao participar voluntariamente de abordagens cooperativas que impliquem o uso de resultados de mitigação internacionalmente transferidos para fins de cumprimento das contribuições nacionalmente determinadas, as Partes devem promover o desenvolvimento sustentável e assegurar a integridade ambiental e a transparência, inclusive na governança, e aplicar contabilidade robusta para assegurar, entre outras coisas, que não haja dupla contagem, em conformidade com orientação adotada pela Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Acordo (UNFCCC, 2015a, p.9).

4. Fica estabelecido um mecanismo para contribuir para a mitigação de emissões de gases de efeito estufa e apoiar o desenvolvimento sustentável, que funcionará sob a autoridade e orientação da Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Acordo, que poderá ser utilizado pelas Partes a título voluntário. O mecanismo será supervisionado por um órgão designado pela Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Acordo e terá como objetivos: (a) Promover a mitigação de emissões de gases de efeito estufa, fomentando ao mesmo tempo o desenvolvimento sustentável; (b) Incentivar e facilitar a participação na mitigação de emissões de gases de efeito de estufa de entidades públicas e privadas autorizadas por uma Parte; (c) Contribuir para a redução dos níveis de emissões na Parte anfitriã, que se beneficiará das atividades de mitigação pelas quais se atingirão resultados de reduções de emissões que poderão também ser utilizadas por outra Parte para cumprir sua contribuição nacionalmente determinada; e (d) Alcançar uma mitigação geral das emissões globais (...)” (UNFCCC, 2015a, p.9).

Nos parágrafos supracitados, o texto original do Acordo trata de duas questões distintas, nas quais são identificadas características possivelmente atreladas a um tipo de mercado: a utilização de unidades transacionáveis, resultados de mitigação internacionalmente transferidos (ITMOs)⁷⁹; e o estabelecimento de um mecanismo capaz de contribuir com a mitigação de GEE. No entanto, as especificidades destas ações ainda não foram delimitadas.

Após atingirem a participação necessária para que o Acordo entrasse em vigor, as Partes decidiram acelerar os procedimentos necessários para a sua implantação, dentre eles, a definição e elaboração das especificações, regras e regulamentos para a operacionalização das ações, como as propostas pelo Artigo 6.

Embora não existam regras consolidadas de funcionamento para distinguir as estratégias mencionadas, a análise de documentos mais recentes do Organismo Subsidiário para o Aconselhamento Científico e Tecnológico (SBSTA⁸⁰) da CQNUMC, em versão rascunho

⁷⁹ Em inglês *internationally transferred mitigation outcomes* (ITMOs).

⁸⁰ Do inglês, *Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice*.

(UNFCCC, 2018d; 2018e), possibilitou a compreensão de algumas relações entre os ITMOs mencionadas no Parágrafo 2 e o mecanismo apresentado no Parágrafo 4 do Artigo 6:

- Existe uma flexibilidade na definição e quantificação de ITMOs, que não necessariamente são unidades, medidas em toneladas métricas de dióxido de carbono equivalente, podendo constituir, por exemplo, em resultados líquidos de mitigação entre as Partes em um determinado período. É possível que as unidades previstas pelo mecanismo do Parágrafo 4 possam ser utilizadas como ITMOs, caso estejam de acordo com os seus procedimentos, todavia, seu uso não está restrito ao mecanismo;
- As informações até então disponibilizadas sugerem que o mecanismo proposto pelo Parágrafo 4 do Artigo 6 se assemelhe ao MDL em ciclo e procedimentos, com unidades de redução de emissões ainda não denominadas. A supervisão do procedimento deverá ser direcionada a órgãos internacionais, como o os conselhos formados pela CQNUMC.

O novo mecanismo de mercado (de agora em diante, chamado de NMM⁸¹) é uma das disposições do Acordo em vigor, embora careça de uma diversidade de definições para o seu pleno funcionamento, atualmente em fase de discussão. Por isso, sua implantação constitui uma possibilidade para os casos considerados nessa análise, no sentido de um novo mercado internacional em âmbito regulado para até no máximo 2020, caso as Partes consigam concordar nos procedimentos a serem seguidos.

Embora apenas versões preliminares dos trabalhos em andamento para a definição dos parâmetros do NMM (UNFCCC, 2018e) tenham sido desenvolvidas, existem alguns aspectos delineados como opções em tais documentos que levam a crer que o mecanismo deverá funcionar de forma similar à estabelecida pelo MDL, como por exemplo:

- Atividades de mitigação pautadas no desenvolvimento de projetos;
- Unidade de redução de emissão medida em tonelada métrica de dióxido de carbono;
- Utilização de metodologias de cálculo respaldadas pelo IPCC e adotadas pela CQNUMC;
- Utilização de potenciais de aquecimento global recomendados pelo IPCC e adotados pela CQNUMC;

⁸¹ Embora não-oficialmente também tenha sido denominado de Mecanismo de Desenvolvimento Sustentável ou pela sigla SDM, do termo em inglês *Sustainable Development Mechanism* (CARBON MARKET WATCH, 2017).

- Supervisão por um órgão internacional em estrutura similar ao Conselho Executivo da CQNUMC;
- Existência de um registro, supervisionado pelo órgão mencionado acima;
- Estabelecimento de uma linha de base para a comprovação de adicionalidade;
- Ciclo de projeto similar (Projeto, Validação, Verificação, Monitoramento e Emissão).

Uma das principais diferenças entre o NMM proposto pelo Acordo de Paris e o MDL é a abordagem. Mesmo que um procedimento internacional para o NMM seja implementado, a participação dos mercados depende das características de cada NDC estabelecida, por exemplo, quais as metas, quais os setores incluídos, qual a tendência do país em aderir a um mecanismo de mercado. Nesse aspecto, dentre os 197 países que submeteram seus documentos (dentre eles, os principais emissores), pelo menos 100 confirmaram a inclusão da maior parte dos setores (WRI, 2018), dentre eles o energético.

Ainda que não seja possível afirmar que o NMM poderá vincular-se de alguma forma ao MDL, alguns autores acreditam que é conveniente utilizar a experiência adquirida nesse mercado para a transição, tendo em vista os esforços realizados ao longo dos anos, principalmente no que diz respeito à estrutura do Conselho Executivo (registro, metodologias, procedimentos, monitoramento, etc.). Todavia, afirmam que para que isso aconteça é necessário dar atenção aos aspectos que causaram conflitos no passado, como a garantia da integridade ambiental dos projetos, a revisão da adicionalidade e a dupla contabilização (NYLANDER, 2015; MICHAELOWA e HOCH, 2016, 2017).

Michaelowa e Hoch (2017) também afirmam que o mecanismo deveria aceitar créditos advindos de projetos já registrados no MDL por dois motivos: (i) para restaurar a confiança daqueles que investiram em projetos e fazer uso de certificações acumuladas após o decaimento do mercado, em 2012; e (ii) para colocar o mecanismo em operação, de forma rápida, por exemplo se ele iniciar as suas operações antes de 2020.

Sendo assim, devido a criação de um novo mercado internacional pelo novo mecanismo, a demanda por créditos de carbono do MDL (ou similar) deverá ocorrer principalmente de três formas, segundo as opções apresentadas pelo documento preliminar da UNFCCC (2018e):

- Demanda por CERs existentes, sem restrições, ou apenas por aquelas emitidas antes de 2020 (conforme opções apresentadas pelo documento preliminar da UNFCCC (2018));

- Demanda por novas unidades de redução, estabelecidas pelo NMM, todavia, emitidas pelo MDL;
- Demanda por novas unidades de redução, emitidas pelos novos procedimentos.

É importante mencionar que mesmo que o NMM seja uma possibilidade a ser adotada pelas Partes para a implantação de suas NDCS, o Acordo de Paris reconhece a importância de abordagens integradas e não mercadológicas, incluindo a mitigação, adaptação, financiamento, transferência tecnológica e o reforço da capacidade institucional das Partes (UNFCCC, 2015a).

5.1.2 M2: Mercado de Créditos de Carbono de Iniciativas Regionais, Nacionais e Subnacionais

Conforme visto na Seção 3.1.1, algumas jurisdições ao redor do mundo já implementaram iniciativas de comércio de emissões, em nível regional, nacional ou subnacional. Essas iniciativas funcionam conforme seus regulamentos próprios, de acordo com as metas estabelecidas em cada local. Assim, a demanda por créditos de carbono nesses mercados ocorre a depender dessas definições.

Para analisar as perspectivas futuras desses mercados, foram avaliados os comércios de emissão atualmente existentes e listados aqueles nos quais créditos de carbono a partir de fontes renováveis de energia são aceitos (Tabela 20).

As informações da Tabela 20 permitiram observar que, embora as iniciativas domésticas estejam crescendo ao longo dos anos, poucas delas consideram o uso de créditos internacionais, como aqueles advindos do MDL ou do mercado voluntário. O MDL é considerado apenas no EU-ETS, com a restrição para projetos registrados após 2012 serem permitidos apenas de países menos desenvolvidos e, após 2015, apenas certificados referentes a reduções ocorridas após 2012 serem aceitas, como já mencionado.

Tabela 20 - Comércios de emissões que aceitam a utilização de créditos de carbono a partir de geração elétrica de fontes renováveis de energia e suas condições.

Esquema	Condições
Comércio de Emissões Europeu - EU-ETS	<ul style="list-style-type: none"> • Aceita créditos do MDL e da Implementação Conjunta, advindos de projetos de geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis, com restrição a hidrelétricas com mais de 20 MW. • Desde 31/03/2015, deixou de aceitar créditos referentes a reduções de emissões ocorridas antes de 31/12/2012. • Créditos gerados após 31/12/2012 só podem ser provenientes de países menos desenvolvidos.
Comércio de Emissões Suíça	<ul style="list-style-type: none"> • Mesmas regras do Comércio de Emissões da Europeu.
Comércio de Emissões Cazaquistão	<ul style="list-style-type: none"> • Por enquanto, apenas créditos domésticos. Poderá permitir créditos internacionais no futuro.
Comércios de Emissões Pilotos Províncias Chinesas	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de créditos domésticos (Reduções Certificadas de Emissões Chinesas), com restrição àqueles advindos de hidrelétrica, em alguns locais.
Comércio de Emissões da China	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de créditos domésticos (Reduções Certificadas de Emissões Chinesas) a partir de 2020, sem definições de tipo.
Comércio de Emissões Japoneses	<ul style="list-style-type: none"> • Aceitam apenas certificados de energia renovável para demonstrar mitigação a partir de fontes renováveis.
Comércio de Emissões Coreia do Sul	<ul style="list-style-type: none"> • Até 2017, aceitou créditos domésticos e créditos internacionais do MDL. A partir de 2018, apenas créditos do MDL desenvolvidos por empresas locais passaram a ser aceitos (mesmo que localizados em outros países).

Fonte: ICAP, 2018.

No caso da China, principal fornecedora de créditos no MDL, os comércios subnacionais desenvolvidos vêm aceitando a certificação nacional específica, denominada CCER⁸². Segundo Lo e Cong (2017), essa certificação é a herança das CERs praticadas pelo MDL, transferidas para a iniciativa nacional desde 2015. O Comércio de Emissões Chinês seguirá a mesma tendência, aceitando essas certificações a partir de 2020.

Outras iniciativas estão previstas para implantação, em nível subnacional no Canadá e Estados Unidos e China e em nível nacional na Ucrânia e no México (ICAP, 2018), porém informações específicas ainda não estão disponíveis.

No Brasil, o Projeto PMR Brasil vem estudando a possibilidade do desenvolvimento de um comércio de emissões, dentro das opções de instrumentos voltados para ações de mitigação das mudanças climáticas após 2020 (MINISTÉRIO DA FAZENDA, 2018). Todavia, ainda não existem documentos com informações consolidadas especificamente sobre os mecanismos a serem implementados.

Embora ainda não tenha consolidado um comércio de emissões, a Colômbia adotou, em janeiro de 2017, um sistema de imposto sobre o carbono, direcionado a produtores e importadores de combustíveis fósseis líquidos e uso de gás natural. Nele foi permitido que as

⁸² Do inglês, *Chinese Certified Emission Reduction*.

empresas busquem uma certificação “carbono neutro” para reduzir suas obrigações no pagamento do imposto, tendo sido autorizado o uso de créditos de carbono advindos do MDL ou de sistemas de certificação reconhecidos pelo governo colombiano, dentre eles, os de organismos do mercado voluntário mencionados nessa dissertação. Não existe restrição ao tipo de projeto, desde que eles sejam desenvolvidos em território colombiano (DIAZ *et al*, 2018).

Verifica-se que existe demanda por créditos nesses sistemas, todavia, restrita e, em âmbito internacional, mais focada em créditos do MDL. Sabe-se que outras iniciativas existem ao redor do mundo, entretanto, com menor disponibilidade de informações ou pouco relacionadas ao uso de créditos de carbono e, portanto, não foram contempladas nesta dissertação.

5.1.3 M3: Mercado de Créditos de Carbono de Iniciativas Voluntárias

Conforme apontado anteriormente neste trabalho, o mercado voluntário de carbono é uma realidade no mundo, com demanda por créditos variável e associada principalmente à busca voluntária por compensação de emissões, que pode ocorrer por vários motivos. Dentre esses motivos, está o posicionamento ambiental de empresas que assumem compromissos voluntários de redução de emissões. Um exemplo é uma iniciativa denominada Metas Baseadas na Ciência⁸³, que instituiu uma plataforma para receber cartas de comprometimento de empresas e avaliar as suas propostas de redução de emissões, no sentido de verificar se são compatíveis com as ações necessárias da mitigação para o Acordo de Paris. Em junho de 2018, mais de 400 empresas participavam da iniciativa, sendo 113 com metas já estabelecidas (SCIENCE BASED TARGETS, 2018).

A compensação voluntária no âmbito individual é outra possibilidade, na qual o consumidor pode optar por adquirir créditos para neutralizar emissões de um serviço adquirido, prática bastante disseminada por companhias aéreas na compensação de viagens (MCLENNAN *et al*, 2014). As companhias aéreas deverão continuar gerando demanda, tendo em vista recentes compromettimentos voluntários para compensar emissões provenientes de voos internacionais, como o Esquema de Compensação e Redução de Carbono para a Aviação Internacional, ou CORSIA⁸⁴. Embora ainda esteja em fase de planejamento, é esperado o uso de créditos de carbono aprovados pela CQNUMC (ICAO, 2016) e possivelmente do mercado voluntário

⁸³ Em inglês, *The Science Based Action*.

⁸⁴ Do inglês, *Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation*. O programa passará a operar a partir de 2021, sendo voluntário para os participantes até 2026 e obrigatório entre 2027 a 2035.

(HAMRICK e GALLANT, 2017). Dentre esses créditos, poderão ser aceitos também aqueles advindos de atividades de geração de eletricidade a partir de fontes renováveis, no entanto, tais definições ainda não foram acertadas.

Um estudo conduzido em 2016 (ICROA, 2017) entre uma gama de setores, incluindo organizações públicas e privadas, procurou entender as principais motivações para a compensação de carbono. Nas respostas, verificou-se um alto nível de consciência acerca da influência das mudanças climáticas no desempenho das organizações e os principais fatores de influência para aquisição de créditos de carbono foram, em ordem de importância: senso de responsabilidade, posicionamento, diferenciação no mercado, engajamento social, preocupação acerca do meio ambiente, antecipação de legislações, internalização dos custos do carbono, mitigação de riscos, e outros.

Alguns motivos também foram citados para justificar a não adesão à compensação de carbono, dentre eles o fato de não haver o interesse ou não constituir prioridade da empresa, a falta de transparência ou credibilidade dos mercados de carbono, a falta de suporte por *stakeholders*, dificuldades para entrada no mercado, custos associados, dentre outros.

A pesquisa apontou os setores de eletricidade, transportes, turismo e financeiros como os principais interessados na compensação, principalmente advindos de companhias dos continentes norte-americano, europeu e asiático. Dos tipos de projetos preferidos, estiveram aqueles com maior associação a suas cadeias de suprimento, sendo as três categorias principais: energias renováveis, eficiência energética e conservação florestal.

Os cobenefícios foram considerados importantes e, de preferência, verificados por partes independentes. Os principais cobenefícios mencionados foram: conservação de ecossistemas locais e da biodiversidade, melhoria de qualidade de vida local, auxílio na erradicação da pobreza, aumento do acesso à água potável e saneamento básico e aumento da seguridade energética.

Créditos voluntários também podem estar associados a iniciativas estabelecidas de controle de emissões. No comércio de emissões da Califórnia, por exemplo, embora não sejam aceitos projetos advindos de geração de eletricidade a partir de fonte renovável, créditos voluntários são aceitos para algumas categorias de projeto (CARB, 2018). O mesmo pode ser visto no novo sistema de imposto sobre o carbono na Colômbia (DIAZ *et al*, 2018), no qual também são aceitos créditos de padrões voluntários.

Mesmo que de maior dificuldade de previsão, a busca voluntária por mitigação e compensação consiste em um fator gerador de demanda por créditos e, portanto, é um mercado a ser considerado.

5.2 Delimitação dos Casos

Com base nas considerações apresentadas, verificou-se a probabilidade de ocorrência de dois casos distintos, a depender da consolidação do NMM do Acordo de Paris.

No **Caso 1**, considerou-se que o NMM do Acordo de Paris não sofrerá impedimentos ou desmotivação à sua implantação. Ele deverá ocorrer assim que as diretrizes para a implantação forem definidas (tendo sido delimitado um esforço inicial para o final de 2018) ou, no mais tardar, a partir de 2020, conforme a previsão inicial do Acordo. Os demais mercados coexistiriam com o NMM, devido ao seu estágio de desenvolvimento e demanda existente. A esse caso foi atribuída a sigla M1+M2+M3.

No **Caso 2**, considerou-se que o NMM do Acordo de Paris não conseguirá o suporte necessário para a sua implantação efetiva, devido à pouca adesão dos países ao mecanismo sugerido, por exemplo, em função das divergências na aprovação de novos regulamentos. Nesse caso, continuaria a existir a demanda advinda dos outros dois mercados. Embora a movimentação internacional seja consistente em relação à implantação dos mecanismos do Acordo de Paris, julgou-se importante avaliar a possibilidade de um mercado sem esse componente, tendo em vista que os seus procedimentos ainda não foram propriamente definidos. A esse caso foi atribuída a sigla M1+M2.

5.3 Avaliação das Tendências à Luz dos Desafios

A discussão do comportamento dos créditos de carbono regulados (MDL) e voluntários foi realizada à luz de cada um dos desafios apontados, considerando sua influência na geração da demanda nos mercados delimitados (M1, M2 e M3), para os dois casos avaliados, no mundo e no Brasil.

5.3.1 Origem dos créditos

Considerando a consolidação no NMM do Acordo de Paris (Caso 1), definições quanto à localização dos projetos ainda não foram determinadas nas diretrizes até então rascunhadas (UNFCCC, 2018e). O documento provê opções distintas e não necessariamente excludentes, como a procedência dos créditos dentro do próprio país no qual serão utilizados para cumprir as metas da NDC ou de outras localidades. Mas, considerando a perspectiva internacional do mecanismo, é pertinente que exista a transferência entre países. Além disso, cada NDC poderá restringir a origem dos créditos conforme seus objetivos específicos.

No caso da viabilização do uso dos créditos pré-existentes do MDL (pré-2020) - apontada como uma possibilidade tanto pela UNFCCC (2018e) quanto por Michaelowa (2017), ressalta-se que a maior disponibilidade ainda seria dos países com mais projetos (China, Índia e Brasil). Essa seria uma proposta para o curto prazo e poderia contribuir para reforçar a confiança daqueles que investiram nos projetos e não tiveram resultados esperados no MDL, no momento de transição para um novo sistema, conforme corroborado por Michelowa e Hoch (2016).

No entanto, seguindo adiante na consolidação do mecanismo, novos certificados deverão substituir os créditos do MDL e poderão ter maiores restrições geográficas, seguindo a tendência de condições especiais para os países menos desenvolvidos já implementada pelos Comércios Europeu e Suíço, além de pontuadas como prerrogativas no Acordo de Paris (UNFCCC, 2015a) e observadas nos rascunhos publicados (UNFCCC, 2018e).

Atualmente, iniciativas regionais, nacionais e subnacionais já impuseram restrições para a aceitação de créditos do MDL e, quando aceitos, existe a preferência da procedência do local, conforme avaliação apresentada na Tabela 20. O Cazaquistão prevê o uso de créditos internacionais, mas ainda sem especificações, embora sua relevância seja reduzida em um contexto mundial de mitigação. As mesmas condições são aplicáveis para as iniciativas que aceitam créditos oriundos do mercado voluntário. Assim, são baixas as perspectivas de demanda para esses créditos existentes, à exceção de eventual utilização por multinacionais regulamentadas por comércios de emissões regionais, que tenham permissão de utilizar créditos gerados em outros países nos quais estão estabelecidas (como é o caso da Coreia do Sul).

Por outro lado, mesmo com a nacionalização das metas através das NDCs, o Acordo de Paris reforça a cooperação internacional e já discute o alinhamento de iniciativas existentes com o NMM (como os comércios de emissões, conforme UNFCCC (2018d) e UNFCCC (2018e)). Para Michaelowa (2017), dependendo da ambição das metas estabelecidas pelas NDCs (que

serão revisadas a cada 5 anos), essas iniciativas poderão buscar mitigação a partir de opções internacionais, caso se apresentem como alternativas mais econômicas.

Quanto à procedência dos créditos para atendimento da demanda de um mercado a partir de iniciativas voluntárias de compensação, ela é fortemente dependente da procura do mercado comprador. A discrepância geográfica também observada em projetos voluntários, conforme previamente mencionado, está relacionada ao desenvolvimento de projetos de maior escala e em países de menor risco de investimento, assim como ocorreu para o MDL. Assim, a não ser que exista uma mudança de comportamento expressiva dos compradores na preferência de créditos de outras regiões, incentivando o desenvolvimento de projetos em outras localidades, a procedência dos projetos deverá ser mantida.

Caso o NMM do Acordo de Paris não tenha o suporte necessário para sua implantação de forma efetiva (por exemplo, não sendo considerado em países com maior necessidade de mitigação de emissões – Caso 2), o MDL estaria dentro da vigência do Protocolo de Quioto até 2020. Se seguir o comportamento hoje observado, e mencionado anteriormente, persistirá com baixa demanda, considerando as restrições dos comércios de emissões. Nesse caso, esses créditos devem ser voltados para o mercado voluntário, conforme já vem se observando, através da transferência de projetos para esses padrões.

Sem o NMM, créditos domésticos continuarão sendo utilizados pelas iniciativas regionais, nacionais e subnacionais, conforme seus regulamentos e interesses específicos.

No Brasil, a demanda dos créditos está associada aos cenários supracitados, podendo suprir o mercado criado pelo NMM do Acordo de Paris com créditos pré-existentes, no curto prazo ou certificar novos créditos em segundo momento, conforme as novas definições, caso exista a demanda pelas NDCs dos demais países. Uma possibilidade de utilização será a consolidação de um comércio de emissões nacional, em fase de estudo, todavia, sem discussões publicadas sobre o uso de créditos. Ou ainda, a utilização por empresas multinacionais situadas no Brasil, que estejam sujeitas a regulamentações em seus países, como mencionado para a Coreia do Sul ou por outras iniciativas que venham a ser implementadas.

No mercado voluntário, projetos existentes continuarão a suprir o mercado nacional e internacional, assim como novos projetos, e, na ocorrência de não implementação fortalecida do NMM, o mercado voluntário brasileiro deverá receber também projetos transferidos do MDL.

5.3.2 Atributos socioambientais

Considerando a consolidação do NMM (Caso 1), de forma geral, o Acordo de Paris possui um enfoque ao desenvolvimento sustentável e erradicação da pobreza, o que transparece ao longo do descritivo de suas propostas (UNFCCC, 2015a). O rascunho da regulamentação para o NMM (UNFCCC, 2018e) inclui, como requerimento para os projetos de mitigação, a promoção do desenvolvimento sustentável, a participação de comunidades locais, a restrição a atividades que possuam impactos ambientais negativos e possíveis co-benefícios das ações implementadas.

Mesmo que ainda não existam as especificações para a demonstração desses aspectos, a experiência adquirida pelo MDL nos últimos anos deverá ser considerada, por exemplo: (i) delimitando parâmetros a serem avaliados para a demonstração da contribuição com o desenvolvimento sustentável; (ii) incorporando as novas regras para avaliação e monitoramento de impactos socioambientais e cobenefícios já implementadas (UNFCCC, 2015b; 2017c). Além disso, segundo Olsen, Arens e Mersmann (2017), aprimoramentos deverão ser realizados nas ferramentas já existentes, aperfeiçoando regras, modalidades e procedimentos.

No caso da aceitação de projetos de MDL já existentes, poderão haver restrições, a partir das regulamentações específicas para os atributos socioambientais e a contribuição para o desenvolvimento sustentável. Isso porque, a depender do momento em que foram registrados, os projetos não passaram por demonstrações mais rígidas nesses aspectos, conforme solicitado pelos critérios mais recentes (quantificações e solicitações de monitoramento mais precisas entraram em vigor após 2015). Isso poderá restringir projetos que tenham sido registrados antes desse período, que na realidade, constitui na grande maioria dos projetos.

A seção do rascunho da regulamentação do NMM do Acordo de Paris que trata da transição de projetos do MDL estabeleceu três opções para serem discutidas (UNFCCC, 2018e): (i) Opção A: a transição de projetos poderá ocorrer sem condições delimitadas; (ii) Opção B: a transição de projetos poderá ocorrer, desde que atendam a determinadas condições; e (iii) Opção C: não ocorrerá a transição de projetos do MDL. Assim, uma possibilidade para projetos de MDL que precisassem atender a regras mais rígidas no quesito socioambiental seria passar por adequações e uma segunda validação.

Embora a “revalidação” possa parecer uma alternativa onerosa e improvável, no caso de comprovação de co-benefícios socioambientais ela já é uma realidade, tendo em vista que o mercado reage melhor, em termos de valores, a projetos com estas características. Assim, este procedimento é uma tendência importante relacionada ao desafio apresentado.

Quanto ao tipo específico de projeto, são esperadas maiores restrições quanto aos impactos socioambientais negativos, limitando o uso de créditos advindos de alguns projetos, principalmente hidrelétricas, que, conforme mencionado, já vêm sofrendo restrições no EU-ETS (para projetos acima de 20MW).

Novamente, é importante ressaltar que cada NDC poderá apontar preferências por atividades de mitigação, podendo inclusive levar em consideração aquelas tecnologias que sejam mais compatíveis com os seus objetivos específicos, de acordo com as percepções de cada país acerca das ações que têm maior potencial de contribuição com o cenário de desenvolvimento sustentável.

Nas iniciativas regionais, nacionais e subnacionais, a influência dos atributos socioambientais é dependente das regulamentações específicas de cada esquema, conforme mencionado anteriormente, por exemplo, do tipo de atividade que é aceita e de qual origem. Mas, no caso da utilização de créditos de MDL, as condições estabelecidas pela CQNUMC são aceitas em termos de como são demonstrados e quantificados os impactos. Assim, créditos autorizados por esses esquemas devem seguir as tendências nas regulamentações da CQNUMC, inclusive em um cenário de alinhamento dos comércios nacionais como o NMM e o novo modelo de certificação que possa vir a existir.

Sem a implantação do NMM do Acordo de Paris (Caso 2), o desafio da demonstração dos impactos socioambientais e cobenefícios ainda pode impactar créditos existentes. Com alta oferta, devem sobressair-se projetos associados a avaliações mais rígidas, por exemplo aqueles advindos de projetos registrados nos últimos anos ou com uma validação independente realizada exclusivamente para o requisito socioambiental.

No que se refere à demanda voluntária, reforça-se que maior atenção já foi observada em relação aos atributos ambientais e à quantificação de cobenefícios ao longo dos anos nesse mercado (conforme mencionado previamente e apontado por Corbera *et al* (2009); Boyd *et al* (2009) e Paiva *et al* (2015). Além disso, projetos considerados mais impactantes, como hidrelétricas de grande porte, já não são mais registrados em algumas plataformas, por exemplo no ACR. Considerando a importância crescente do mercado consumidor dada à comprovação de cobenefícios, conforme mencionado anteriormente e apontado pelo estudo do ICROA (2018), créditos com maior comprovação desses aspectos deverão ser preferidos.

Assim, no que se refere a esse aspecto, com ou sem a adoção do NMM, verifica-se influência deste desafio na futura demanda por créditos, tanto advindos do MDL quanto do mercado voluntário, resultando no favorecimento de projetos com certificações adicionais para impactos e benefícios ambientais, conforme já pontuado anteriormente na Seção 4.2 deste

trabalho. Nesse sentido, a adequação de projetos existentes deverá ser necessária e a demanda por créditos advindos de hidrelétricas, que constitui um dos principais tipos de projeto registrados, deverá ser significativamente reduzida.

Em relação ao Brasil, conforme visto na Seção 3.2.2, a maior parte dos projetos registrados no MDL foram advindos das fontes eólica e hidrelétrica; e no mercado voluntário, de fontes hidrelétrica e biomassa. Assim, os projetos existentes, principalmente de hidrelétricas, estarão sujeitos a restrições. Embora grande parte dos projetos sejam PCHs, essas podem ter potência instalada de até 30 MW e as restrições apresentadas para projetos hidrelétricos nesse estudo foram de 20 MW, para o EU-ETS e o Comércio Suíço, e 10MW, para projetos do ACR. Se novas demandas seguirem essa tendência, ocorrerá menor procura por créditos de projetos brasileiros advindos dessa fonte.

Caso o país venha a adotar um comércio de emissões nacionais ou outras iniciativas que se associem ao uso de créditos, apesar de não existirem definições previstas, deverá seguir a tendência dos mercados e implementar regras mais rígidas para as certificações autorizadas.

5.3.3 Adicionalidade

Por ter sido um dos principais fatores de contestação nos mecanismos do Protocolo de Quioto, o tratamento da adicionalidade poderá ser crucial para o mercado de créditos de carbono no estabelecimento de um NMM do Acordo de Paris (Caso 1). No Capítulo 4, verificou-se que tentativas de melhoria foram realizadas quanto a esse aspecto, por exemplo, com maior controle sobre as análises de investimento, associadas aos projetos de energia elétrica. Todavia, essas regras são mais recentes e, portanto, não foram consideradas para projetos de período de registro mais antigos, com créditos disponíveis para comercialização no mercado, caso essa opção venha a ser permitida.

Adicionalmente, mesmo com essas mudanças, alguns fatores importantes, conforme tratados pelo estudo de Cames *et al* (2016), também apresentados no Capítulo 4, ainda possuem espaço para aprimoramento, como por exemplo o desenvolvimento de testes específicos para setores ou tipos de projetos, que poderiam avaliar com maior nível de detalhe a real adicionalidade da atividade proposta.

Assim, no caso da consideração de créditos pré-existentes do MDL no NMM, a adicionalidade consistirá em um dos principais desafios, dependendo das decisões a serem tomadas. Projetos registrados sob versões mais antigas dos métodos e, portanto, menos

criteriosas, terão menor aceitação. Ainda, caso consideradas não adicionais pelo país que busca o crédito, a depender do perfil de sua NDC, certas tecnologias serão restringidas, principalmente aquelas cujos estudos já apontaram menor adicionalidade. Este seria o caso das hidrelétricas e eólicas de grande porte, provenientes de locais como China, Índia e Brasil (conforme abordado previamente).

Uma opção para o aproveitamento de créditos advindos de projetos registrados há mais tempo seria a solicitação de uma nova validação, passando por uma segunda comprovação de adicionalidade, de forma complementar, considerando as regras mais atuais disponibilizadas. Entretanto, essa situação dependeria de rápidas definições do organismo que virá a supervisionar o NMM, incluindo orientações sobre como proceder e de rápida avaliação das informações adicionais, de forma a certificar os créditos em menor tempo. Embora seja uma possibilidade, é importante mencionar que um novo processo de validação acarreta em tempo e custo, o que desmotiva o investimento de desenvolvedores de projetos que já passam por um momento de descrédito no mercado, tendo em vista os valores praticados. Assim, embora esta solução possa significar um ganho de confiança para os críticos da adicionalidade, na prática, pode sinalizar aos investidores a inviabilidade de prosseguimento dos projetos.

Para novos créditos gerados conforme as regras do NMM, o rascunho do regulamento informa que a adicionalidade continuará a ser requerida, mas ainda não define como, apenas pontuando opções a serem consideradas, sendo: (i) Opção A: demonstração que as reduções ocorrem além do que ocorreria na ausência do projeto; (ii) Opção B: demonstração de que as reduções vão além do que seria naturalmente atingido através das metas da NDC do país hospedeiro; ou (iii) Opção C, relacionada com o escopo da NDC. Novamente, observa-se forte relação com as NDCs e, portanto, pode-se esperar maior influência de avaliações mais regionalizadas ou setorializadas para a demonstração desse aspecto. Mas, mesmo que possam estar intrinsecamente relacionados a cada NDC, os testes de adicionalidade deverão ser supervisionados internacionalmente, a fim de manter a integridade e padronização no mecanismo.

Créditos requisitados pelos comércios de emissões, caso exista algum tipo de alinhamento com o NMM do Acordo de Paris, deverão seguir as mesmas diretrizes estabelecidas, bem como as especificidades das NDCs desses países. Caso o NMM não venha a ser implementado (Caso 2), ficará a cargo desses comércios selecionar o tipo de projeto advindo de MDL a ser aceito, podendo optar por aqueles que utilizam a ferramenta de adicionalidade mais atualizada.

Os registros do mercado voluntário têm acompanhado as metodologias desenvolvidas pela CNMUQC, portanto, os critérios de adicionalidade também avançaram nesse sentido, visto

que a utilização das mesmas ferramentas geralmente ocorre para projetos de geração de energia elétrica. Restrições a projetos podem ocorrer por iniciativa do mercado comprador. No caso da não implantação do NMM do Acordo de Paris, projetos advindos do MDL para os registros voluntários poderiam passar por atualizações de metodologia. Mas, devido à grande oferta, projetos considerados menos adicionais pelos compradores, como aqueles de tecnologias mais estabelecidas em um determinado local, poderiam ter menor procura.

No caso do Brasil, a depender das condições a serem estabelecidas para o uso de créditos pré-existentes do MDL, alguns projetos poderão sofrer restrições, como hidrelétricas ou mesmo projetos eólicos, a depender do local no qual estão inseridos, caso testes de prática comum venham a ficar mais rígidos. A implantação de um comércio de emissões, se atrelado ao NMM, deverá obedecer aos mesmos padrões estabelecidos e, portanto, também aderir a critérios mais rigorosos para os projetos. No caso da não implantação do NMM, uma oferta excedente de créditos poderá desfavorecer aqueles com adicionalidade mais contestada, novamente, hidrelétricas e, em alguns casos, eólicos.

5.3.4 Dupla contabilização e direito de propriedade

Um dos desafios da implementação do Acordo de Paris é a possibilidade de alinhamento entre diversas estratégias de mitigação de emissões e o fato de que cada país terá metas específicas conforme suas NDCs, ao contrário do que ocorreu no Protocolo de Quioto, quando as metas foram instituídas pela própria regulamentação. Na implantação do NMM do Acordo (Caso 1), a figura do órgão supervisor será essencial para evitar a dupla contabilização, por exemplo de uma mesma atividade de mitigação em dois países distintos. No caso do aproveitamento dos créditos do MDL, o sistema já estabelecido pela CQNUMC deverá ser mantido e, para novos certificados, a experiência dessa estrutura também será levada em consideração.

Comércios de emissões possuem órgãos de supervisão domésticos que deverão continuar diminuindo o risco de dupla contabilização, seja através do uso de créditos de MDL ou dos certificados do NMM, em conjunto com a CQNUMC.

Para o Brasil, a dupla contabilização deverá ser tratada da mesma forma no caso da utilização de créditos do MDL ou de novos créditos do NMM do Acordo de Paris: segundo a supervisão do organismo da CQNUMC.

Caso o NNM do Acordo de Paris não seja implementado (Caso 2), o controle da dupla contabilização será de responsabilidade dos comércios de emissão e demais iniciativas, que deverão buscar aprimoramento em suas diretrizes para evitar esse efeito. Com a continuidade de utilização do crédito do MDL, a CNQMUC ainda deverá ficar a encargo de manter o registro e rastreamento dos certificados, procedimento que já é hoje realizado.

O mesmo se espera dos registros do mercado voluntário, na manutenção e aprimoramento de seus procedimentos para o rastreamento das certificações. Nesse aspecto, vale observar que, conforme visto na Seção 3.1.2 (Tabela 7), o VCS e o ACR já solicitam a informação quanto à participação dos projetos em mecanismo de certificado de energia renovável, para evitar a dupla contabilização a partir de uma mesma quantidade de energia gerada.

No que se refere ao direito de propriedade dos créditos, no Caso 1, considerando a característica nacional das NDCs, espera-se que os próprios países possam desenvolver regulamentos específicos para a precaução de contestações. Ou ainda, que o órgão supervisor do NMM possa aprimorar diretrizes e recomendações neste aspecto, para os desenvolvedores de projeto.

Vale lembrar que em alguns locais essas atribuições são apontadas em alguns contratos de compra e venda de energia (conforme visto a partir de USA (2017); NATIONAL GRID (2010); e NIPSCO (2017)), prática que poderá se difundir na ocasião de maior demanda por certificados ou por maiores exigências do organismo de registro (conforme observado, os padrões do mercado voluntário já estabelecem maior necessidade de comprovação de titularidade, de forma documentada).

5.3.5 Intersecção com certificados de energia renovável

Por se tratar de um certificado transacionável também relacionado à eletricidade gerada, o certificado de energia renovável pode interferir na oferta ou demanda por créditos de carbono advindos desse tipo de atividade, conforme já abordado no Capítulo 4.

Segundo o REN21 (2017), o Acordo de Paris impulsionou a definição de metas mais ambiciosas no que se refere às energias renováveis. Na COP 22, líderes de 48 países se comprometeram a avançar em ações para o atingimento de 100% de renováveis. Além disso, a maior parte das NDCs entregues contemplou metas relacionadas às energias renováveis. O setor de geração de eletricidade continuou aparecendo como o setor preferencial para o direcionamento do suporte e consequente mitigação de emissões.

Mesmo que os certificados de energia renovável não sejam medidos em emissões reduzidas, eles podem ser computados para a mitigação de emissões específicas do setor elétrico, caso não estejam sujeitos a uma regulamentação coexistente, como um comércio de emissões. Como o Acordo de Paris proporcionou maior liberdade aos participantes no estabelecimento de suas metas e planejamento de ações, esses certificados poderiam vir a ser preferidos por alguns países para o cumprimento de metas relacionadas ao setor de energia elétrica, embora não tenham sido constatadas informações do tipo, tendo em vista que não foi realizada uma avaliação individual das NDCs.

Essa opção ficaria restrita à mitigação interna, tendo em vista o atrelamento com a rede elétrica local. Isso poderia afetar a demanda por créditos do MDL ou dos novos créditos no Caso 1 (implementação do NMM) se os países que fizerem essa opção perceberem a necessidade de diversificar o seu portfólio de mitigação. Ou seja, poderiam procurar créditos de carbono, todavia, de atividades distintas da geração renovável, que já estaria sendo incentivada pelos outros certificados. Mas, essa consiste em uma hipótese, tendo em vista que não foram avaliadas as NDCs individuais para maior análise das indicações dos países.

O uso desses certificados não é um desafio que apresenta influência para todos os mercados avaliados, em grande intensidade. Por exemplo, a demanda observada por créditos do MDL em iniciativas regionais, nacionais e subnacionais não foi muito significativa, considerando as restrições a créditos domésticos. Impactos da coexistência desses certificados nessas regiões também teriam efeitos mais locais, com menor interferência no comércio internacional de créditos. Com a implantação do NMM, é possível que o nível de supervisão aumente, em relação à utilização de ambos os certificados em um só local, para precaver efeitos

de dupla contabilização. Novamente, não é um fator de alta relevância para a compreensão da demanda.

Já considerando o mercado voluntário, a percepção é um pouco diferente. Conforme mencionado nas demais análises de desafios, este mercado deverá continuar a existir, tanto no Caso 1 quanto no Caso 2, com a diferença de que no segundo caso deverá ter mais créditos sobressalentes, incluindo aqueles advindos do MDL.

A depender das perspectivas do mercado consumidor, os certificados de energia renovável poderão alcançar parte dos compradores de créditos de carbono. Por exemplo, uma iniciativa colaborativa global criada em 2014, denominada RE 100, uniu mais de 100 companhias que se comprometeram a alcançar 100% de sua geração de eletricidade renovável até datas específicas (variáveis por participante). Essas companhias são obrigadas a apresentar anualmente suas comprovações acerca do consumo de eletricidade (RE100, 2018).

O certificado de energia renovável é uma das opções viáveis para os participantes, e têm como ponto positivo o fato de serem instrumentos rastreáveis e, portanto, de maior facilidade de comprovação de dados. Segundo Hamrick e Gallant (2017), compradores do mercado voluntário também podem estar optando pela aquisição desses certificados ao invés de créditos de carbono.

No Brasil, conforme mencionado anteriormente, esses certificados existem apenas no contexto voluntário e não existem discussões acerca de uma regulamentação do tipo no país. Os dados apresentados anteriormente mostraram um aumento do interesse por parte dos geradores pelo registro de seus empreendimentos junto às iniciativas existentes, principalmente de fonte eólica e hidrelétrica.

Por ser algo recente, não existem muitas informações sobre essas certificações, seus preços e o mercado consumidor. Todavia, pode ser um fator de impacto para créditos de carbono, por consistir em uma opção para o comprador, embora não de mitigação de emissões, mas de um certificado que também oferece suporte na busca por melhor posicionamento ambiental. Para o gerador, é uma opção de certificação que, embora tenha um mercado mais restrito à compensação de eletricidade produzida localmente, pode ter menores desafios, por exemplo, quanto à aceitação de projetos de hidrelétricas e eólicas, embora esses aspectos também não tenham sido avaliados, por não consistirem no escopo deste trabalho.

5.4 Considerações finais

Pela análise, verificou-se que a demanda por créditos de carbono tem forte dependência da implantação do NMM do Acordo de Paris. O destino dos créditos de projetos de MDL já registrados está associado à permissão de sua utilização pelo mecanismo, o que pode ocorrer para suprimento de créditos em um curto prazo. Nesse caso, aspectos de maior influência poderão ser a consideração de atributos socioambientais e adicionalidade, a depender dos novos regulamentos a serem estabelecidos do grau de especificidade de cada país em sua NDC. Maiores restrições nos critérios poderão descartar algumas categorias de projeto, como por exemplo hidrelétricas e eólicas advindas de países com alta oferta, como por exemplo China, Índia e Brasil.

Novos projetos já deverão ser criados sob regras mais restritas, evitando o favorecimento de atividades com menor integridade ambiental e em alinhamento com as prerrogativas de cada NDC. Hidrelétricas, por exemplo, não deverão ser incluídas ou poderão sofrer restrições (por exemplo, para atividades de menor porte em regiões menos desenvolvidas).

Iniciativas regionais, nacionais e subnacionais deverão continuar a existir e expandir, em consonância com as metas específicas do país, e poderão ser atreladas ao NMM (Caso 1). No entanto, a expectativa pela demanda de créditos é prioritariamente doméstica, se seguirem as premissas adotadas atualmente.

A busca por créditos no mercado voluntário deverá continuar ocorrendo, principalmente a partir da iniciativa empresarial. Mas, deverá seguir a tendência de favorecimento de projetos associados aos cobenefícios ambientais e com maior credibilidade acerca da adicionalidade, com melhoria contínua nos métodos para o registro de novos projetos, seguindo a linha das ações da CQNUMC.

Sem a implantação do NMM (Caso 2), os créditos hoje existentes não deverão encontrar compradores suficientes para todas as certificações disponíveis. Conforme verificado, as iniciativas Regionais, Nacionais e Subnacionais têm estabelecido restrições quanto à procedência dos projetos, com apenas alguns mercados aceitando créditos do MDL e com algumas restrições quanto à fonte ou país de origem.

O mercado voluntário poderá receber projetos do MDL caso o NMM não seja implementado, o que já está ocorrendo hoje. Todavia, existem restrições quanto ao período de início dos projetos e, portanto, atividades mais antigas não deverão ser consideradas. Atividades com maior associação a benefícios socioambientais têm sido mais valorizadas pelo mercado

consumidor, comportamento que deverá prevalecer ao longo dos anos. Com poucas perspectivas em um mercado de carbono (Caso 2), os certificados de energia renovável poderão ser mais procurados pelos geradores.

6 CONCLUSÕES

O objetivo deste trabalho foi analisar as possíveis tendências dos mercados regulado e voluntário de créditos de carbono da geração de eletricidade a partir de fontes renováveis, tendo sido respaldado no estudo da evolução dos mercados para esses créditos, bem como na identificação e análise dos desafios relacionados.

A avaliação realizada pontuou de forma clara a adesão do setor elétrico aos mercados avaliados, principalmente a figura do gerador de eletricidade a partir de fontes renováveis, que é o desenvolvedor de projetos, uma vez que a atividade configurou a principal em número de registros de projetos em ambos os mercados estudados. Da mesma forma, verificou-se a resposta destes participantes diante de momentos de variabilidade, seja devido à crise econômica ou a interferência das discussões internacionais no comportamento do mercado, impactando significativamente nos preços dos créditos e no registro e certificação de novos projetos.

No entanto, a participação dos geradores no mercado não está necessariamente associada à necessidade de obtenção dos créditos para a viabilização de seus projetos. Na realidade, conforme verificado para o caso brasileiro, para o qual foi possível obter maior detalhamento de informações, a maior parte dos projetos realizados certificou a minoria de seus créditos, o que está relacionado principalmente às condições reduzidas de mercado, em termos de valores de crédito, a partir de 2011 e 2012. Assim, pode-se imaginar que o interesse dos geradores estaria associado à obtenção de receitas acessórias às suas atividades, mas também a uma estratégia de posicionamento ambiental diante de uma economia em transição para o cenário de baixo carbono.

Em relação ao Brasil, o comportamento observado foi similar apenas em partes àquele verificado no resto do mundo. A grande participação em número de registros ocorreu logo no início do funcionamento do MDL no país e posteriormente no ano de 2012, quando proponentes de projeto de todo o mundo registraram as suas atividades para garantir que fossem consideradas pelo Comércio de Emissões Europeu a partir de 2013. Nos demais anos, poucas atividades foram registradas. Isto pode dar a entender que o nível de confiança do setor nos mercados não se equiparou ao do resto do mundo, informação corroborada também pela baixa atividade no mercado voluntário.

Mesmo que criticados, os mercados de carbono possuíram papel relevante no ganho de experiência, tanto para empresas que puderam estabelecer um novo tipo de negócio, como consultorias e validadoras; quanto para organizações nacionais e entidades não governamentais associadas aos mercados voluntários, que desenvolveram procedimentos organizacionais e tecnologias para o registro e monitoramento de projetos, características a serem aproveitadas nas movimentações futuras.

As perspectivas para estes mercados são nebulosas, no entanto, sabe-se que existem certificações disponíveis, resultantes do MDL e dos mercados voluntários, muitas delas associadas a desafios apontados, principalmente no que diz respeito à integridade ambiental e adicionalidade, impactando mais diretamente fontes como a hidrelétrica e eólica (neste caso, a segunda estando mais relacionada à dificuldade de comprovação de adicionalidade em países nos quais a tecnologia se encontra mais estabelecida). A principal tendência para o aproveitamento destas certificações está na adoção do NMM resultante do Acordo de Paris, mesmo que suas definições ainda necessitem de clareza para a compreensão real do potencial de utilização de créditos já existentes e do surgimento de novos créditos.

Dentre as possibilidades para amenizar problemas associados aos desafios identificados estão novos processos de validação, bem como regras mais rígidas, sob todos os aspectos. Embora estas sejam as possíveis ações a serem adotadas, levando em consideração o impacto destes desafios nos mercados, é importante ressaltar que tais procedimentos podem desmotivar desenvolvedores de projeto que aguardam uma sinalização para o registro de novos empreendimentos. Desta forma, mesmo que as organizações precisem garantir a integridade dos créditos, elas deverão abrir o debate para o setor privado, buscando entender como manter a participação das empresas no mecanismo, por exemplo através de maior agilidade nos seus processos. Igual ou maior importância está na sinalização do mercado comprador destes créditos, que com o Acordo de Paris consistirá principalmente nas nações com metas mais ambiciosas de redução e que considere a opção de utilização destas certificações para o seu atingimento.

O mercado voluntário, embora relevante, inclusive no recebimento de projetos do MDL como já vem ocorrendo, ao menos com base em informações atuais, não conseguirá receber toda a oferta de créditos existente, o que reforça a dependência deste mercado ao NMM. Isto porque as iniciativas domésticas, mesmo que crescentes, não tem apresentado grande aproveitamento de créditos advindos dos projetos de geração elétrica a partir de fontes renováveis.

Embora existam muitos fatores de variação para o apontamento das tendências, a criação do Acordo de Paris é um forte indício de retomada nas ações de mitigação. Dentre estas ações a continuidade da utilização de unidades transacionáveis como os créditos de carbono está entre as opções viáveis, ainda que atrelada aos pontos de dúvida. Tendo em vista a relevância das energias renováveis para a geração de eletricidade no potencial de redução de emissões, principalmente no contexto mundial, a atividade não deverá ser desconsiderada, embora os desafios devam ser tratados para garantir a viabilidade para os proponentes de projeto. O que se pode esperar, no entanto, é o não aproveitamento de créditos mais antigos ou advindos de atividades como usinas hidrelétricas de maior porte ou parques eólicos situados em países nos quais são mais favoráveis. Isto não impede uma reconfiguração do mercado para o direcionamento a tecnologias até então menos consolidadas, como solar, diferentes tecnologias eólicas e de biomassa, por exemplo.

Para estudos futuros, sugere-se a avaliação individual de todos os projetos de geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis. Informações mais precisas poderiam ser retiradas dessa avaliação individual a fim de compreender os métodos aplicados para adicionalidade, atributos socioambientais e cobenefícios e comprovação de titularidade. Com isso, poder-se-ia delimitar quais projetos efetivamente possuem melhores chances nos mercados, por exemplo.

Além disso, visando avaliar a interseção de créditos de carbono e de certificados de energia renovável no setor de energia elétrica, sugere-se a comparação de usinas em ambos os mercados ou ainda via aplicação de entrevistas aos geradores de energia para melhor percepção do mercado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). 2018. **Matriz de Energia Elétrica**. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/OperacaoCapacidadeBrasil.cfm>>. Acesso em: 28 abr. 2018.

ALMEIDA, L.T.A. **O Debate Internacional sobre Instrumentos de Política Ambiental e Questões para o Brasil**. In: Anais... do 2º Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica (Eco-Eco), São Paulo, 1997, p. 3-21.

AMERICAN CARBON REGISTRY (ACR). **The American Carbon Registry Standard**. v.5, 2018a. 105p. Disponível em: < <https://americancarbonregistry.org/carbon-accounting/standards-methodologies/american-carbon-registry-standard/acr-standard-v5-0-february-2018.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2018.

_____. **Public Registry**. 2018b. Disponível em: < <https://acr2.apx.com/myModule/rpt/myrpt.asp?r=111>>. Acesso em: 20 abr. 2018.

AMUNDSEN, E.S.; MORTENSEN, J.B. The Danish Green Certificate System: some simple analytical results. **Energy Economics**, v.23, p. 489-509, 2001.

AMUNDSEN, E.S.; NESE, GJERMUND, N. Integration of tradable green certificate markets: What can be expected? **Journal of Policy Modeling**, v.31, p.903-922, 2009.

ANATER *et al.* Redução de gases de efeito estufa pelos projetos de crédito de carbono no setor energético brasileiro. **Holos**, Ano 32, v.1, 2016.

AYOUB, B. YUJI, N. Governmental intervention approaches to promote renewable energies—Special emphasis on Japanese feed-in tariff. **Energy Policy**, v.43, p. 191-201, 2012.

BARBOSE, G. **U.S. Renewables Portfolio Standards: 2017 Annual Status Report**. Berkeley: Lawrence Berkeley National Laboratory, 2017. 40p. Disponível em: < <http://eta-publications.lbl.gov/sites/default/files/2017-annual-rps-summary-report.pdf>>. Acesso em: 07 jul. 2018.

BHATIA, T.P.S. **Economic analysis of world's carbon markets**. 2012. 127p. (Thesis – Doctor of Philosophy). University of Toronto/Faculty of Forestry and Centre for Environment, Toronto, 2012.

BISORE, S.; HECK, W. **Regulated (CDM) and voluntary carbon offset schemes as carbon offset markets: competition or complementarity?** Bruxelles: Université Libre de Bruxelles, 2012. 35p. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/254450839_Regulated_CDM_and_voluntary_carbon_offset_schemes_as_carbon_offset_markets_competition_or_complementarity>. Acesso em: 07 jul. 2018.

BOGNER, M.; SCHNEIDER, L. **Is the CDM Changing Investment Trends in Developing Countries or Crediting Business-as-Usual?** A Case Study on the Power Sector in China. Improving the Clean Development Mechanism: Options and Challenges Post. 2011. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/286141379_Is_the_CDM_changing_investment_trends_in_developing_countries_or_crediting_business-as-usual_A_case_study_on_the_power_sector_in_China>. Acesso em: 07 jul. 2018.

BOSI, M.; CANTOR, S.; SPORS, F. **10 years of experience in carbon finance: insights from working with the Kyoto mechanisms** (English). Washington, DC: World Bank, 2010. 126p. Disponível em: < <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/2873/554840WP0P11831on1Finance1Corrected.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 28 jun 2018.

BOYD, E. *et al.* Reforming the CDM for Sustainable Development: Lessons Learned and Policy Futures. **Environmental Science & Policy**, v.12, n.7, 2009. p. 820–831.

BRASIL. Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002. Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), dispõe sobre a universalização do serviço público de energia elétrica e dá outras providências. **Diário Oficial União**, Brasília, DF, 29 abr. 2002. Seção 1, p. 2.

_____. Decreto nº 5.025 de 30 de Março de 2004. Regulamenta o inciso I e os §§ 1o, 2o, 3o, 4o e 5o do art. 3o da Lei no 10.438, de 26 de abril de 2002, no que dispõem sobre o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - PROINFA, primeira etapa, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 2004. Seção 1, p.61.

_____. Decreto nº 5.882 de 31 de Agosto de 2006. Modifica os arts. 5o, 12 e 16 do Decreto n. 5.025, de 30 de março de 2004, que regulamenta o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - PROINFA, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 01 set. 2006. Seção 1, p.2.

_____. Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 29 dez. 2009, Seção 1, Ed. Extra, p.109.

CALAE, R. Carbon markets: a historical overview. **WIREs Climate Change**. Vol. 4, p.107-119, 2013.

CALIFORNIA AIR RESOURCES BOARD (CARB). **Compliance Offset Program**. Disponível em: < <https://www.arb.ca.gov/cc/capandtrade/offsets/offsets.htm>>. Acesso em: 07 jul. 2018.

CAMES, M. *et al.* **How additional is the Clean Development Mechanism?** Berlin, 2016. 173p. Disponível em: < https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/ets/docs/clean_dev_mechanism_en.pdf>. Acesso em 07 jul. 2018.

CARBON MARKET WATCH. **Building blocks for a robust Sustainable Development Mechanism**. 2017. 8p. Disponível em: < <https://carbonmarketwatch.org/wp->

content/uploads/2017/05/BUILDING-BLOCKS-FOR-A-ROBUST-SUSTAINABLE-DEVELOPMENT-MECHANISM_WEB-SINGLE_FINAL.pdf>. Acesso em: 07 jul. 2018.

CASTRO, G.M. *et al.* Exploring the nature, antecedents and consequences of symbolic corporate environmental certification. **Journal of Cleaner Production**, v.164, p.664-675, 2017.

CASTRO, P.; MICHAELOWA, A. The impact of CER discounting on the competitiveness of different CDM host countries. **Ecological Economics**, v. 70, n.1, p.34-42, 2010.

CENTER FOR RESOURCE SOLUTIONS (CRS). 2012. **Renewable Energy Certificates, Carbon Offsets, and Carbon Claims Best Practices and Frequently Asked Questions**. 14p. Disponível em: < <https://resource-solutions.org/wp-content/uploads/2015/08/RECsOffsetsQA.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2018.

CHRISTMANN, P. Multinational companies and the natural environment: determinants of global environmental policy standardization. **Academy of Management Journal**, v.47, n.5, p. 747060, 2004.

CLIMATE, COMMUNITY AND BIODIVERSITY ALLIANCE (CCBA). **Climate, Community and Biodiversity Standards**, v.3.1., 2017. Disponível em: < http://verra.org/wp-content/uploads/2017/12/CCB-Standards-v3.1_ENG.pdf>. Acesso em: 01 mai. 2018.

COASE, R. The Problem of Social Cost. **Journal of Law and Economics**, 1960. P. 1-44.

COBERA, E.; ESTRADA, M.; BROWN, K. How do regulated and voluntary carbon-offset schemes compare? **Journal of Integrative Environmental Sciences**, Vol. 6, n. 1, p. 25-50, 2009.

COGAN, D.G. **Corporate Governance and Climate Change: Making the connexion**. Boston: Ceres, 2006. 300p.

CRITCHFIELD, J. 2015. **Understanding Renewable Energy Certificates (RECs) and the Green Power Procurement Process**. U.S. EPA Green Power Partnership. 22.p Disponível em < https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-01/documents/webinar_20150415_critchfield.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2018.

CROCKER, T.D. **On Air Pollution Control Instruments**. Loyola of Los Angeles Law Review, 1972. 19p. Disponível em: < <http://digitalcommons.lmu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1095&context=llr>>. Acesso em: 07 jul. 2018.

DALES, J.H. **Pollution Property and Prices: An Essay in Policy-making and Economics**. Toronto: University of Toronto Press; 1968.

DALY, H. (1996) **Beyond growth**. The economics of sustainable development. Boston: Beacon Press, 1996.

DATABASE OF STATE INCENTIVES FOR RENEWABLES & EFFICIENCY (DSIRE). 2018. Programs. Disponível em: < <http://programs.dsireusa.org/system/program>>. Acesso em: 15 mar. 2018.

DEVENVI R.; MLADENOVA, I. **International Markets for Renewable Energy Certificates (RECs)**. Cambridge, Sustainable Roundtable, 2012. 35p. Disponível em: < http://sustainround.com/library/sites/default/files/SRER_Member%20Briefing_International%20Markets%20for%20Renewable%20Energy%20Certificates_2012-07-16.pdf>. Acesso em: 07 jul. 2018.

DIAZ, S.A. *et al.* **Colombia: An Emissions Trading Case Study**. 2018. 11p. Disponível em: < https://www.ieta.org/resources/Resources/Case_Studies_Worlds_Carbon_Markets/2018/Colombia-Case-Study-2018.pdf>. Acesso em: 07 jul. 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Balço Energético Nacional**: Ano base 2015. Rio de Janeiro, 2016.

EUROPEAN ENERGY EXCHANGE (EEX). 2018. Certified Emission Reductions Futures. Base de dados. Disponível em: < <https://www.eex.com/en/market-data/environmental-markets/derivatives-market/certified-emission-reductions-futures#!/2017/12/29>>. Acesso em 27 abr. 2018.

EUROPEAN UNION (EU). **Directive 2003/87/EC of the European Parliament and of the Council**: establishing a scheme for greenhouse gas emission allowance trading within the Community and amending Council Directive 96/61/EC. 13 oct. 2003.

_____. **Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources** and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC. Disponível em: < http://europa.eu/rapid/press-release_IP-09-1055_en.htm>. Acesso: em 10 mar 2018.

_____. **Eu ETS Handbook**. European Commission, 2015. 140p. Disponível em: < https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/docs/ets_handbook_en.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2018.

EXERGIA. **Voluntary Carbon Markets Diagnosis**. 2007. 47. Disponível em: < <http://exergia.gr/wp-content/uploads/voluntary-carbon-market-diagnosis.pdf>> Acesso em: 28 jun. 2018.

FISCHER, C.; PREONAS, L. **Combining Policies for Renewable Energy: Is the Whole Less than the Sum of Its Parts?** Discussion Paper. Washington, Resources of the Future, 2010. 41p.

GHEZLOUN, A. *et al.* The Post-Kyoto. **Energy Procedia**, v. 36, p.1-8, 2013.

GODARD, O. (1992) Environnement et théorie économique; de l'intérialisation des effets externes au développement soutenable. In: **Seminaire Ecologie et Environnement**, Paris, 1992. Paris: École Nationale de la Magistrature, 1992.

GODOY, S.G.M. **Uma análise do mercado mundial de certificados de carbono**. In: II Simpósio de Pós-Graduação em Relações Internacionais do Programa San Tiago Dantas. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo, 2009.

GODOY, S.G.M.; SAES, M.S.M. Cap-and-trade e projetos de redução de emissões: comparativo entre mercados de carbono, evolução e desenvolvimento. São Paulo: **Ambiente & Sociedade**, v. XVIII, n.1, p.141-160, 2015.

GOLD STANDARD. **Gold Standard for the Global Goals Principles and Requirements**. v.1.1. 36p. 2018a. Disponível em: < <https://www.goldstandard.org/project-developers/standard-documents>> Acesso em: 23 abr. 2018.

_____. **Projects and Registry**. 2018b. Disponível em: < <https://www.goldstandard.org/our-work/projects-and-registry>>. Acesso em: 20 abr. 2018.

GRUBB *et al.* Global carbon mechanisms: lessons and implications. **Climatic Change**, v. 104, p.539-573, 2011.

GUIMARÃES, R.P.; FONTOURA, Y.S.R. Rio+20 ou Rio-20? Crônica de um fracasso anunciado. São Paulo: **Ambiente & Sociedade**, v.XV, n.3, p.9-39, 2012.

HAMRICK, K.; BROTT, L. **State of European Markets 2017: Voluntary Carbon**. Washington: Forest Trend's Ecosystem Marketplace, 2017. 44p. Disponível em: <<https://www.ecostarhub.com/wp-content/uploads/2017/06/State-of-European-Markets-2017-Voluntary-Carbon.pdf>>. Acesso em: 28 jun. 2018.

HAMRICK, K. GALLANT, M. **Unlocking Potential: State of the Voluntary Carbon Markets 2017**. Ecosystem Marketplace, 2017. 52p. Disponível em: < https://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/2017/09/doc_5591.pdf >. Acesso em: 20 abr. 2018.

HANFIELD, R.; SROUFE, R.; WALTON, S. Integrating environmental management and supply chain strategies. **Business Strategy and the Environment**, v.14, n.1, p.1-19, 2005.

HAYA, B. **Carbon Offsetting: An Efficient Way to Reduce Emissions or to Avoid Reducing Emissions?** An Investigation and Analysis of Offsetting Design and Practice in India and China. 2010. University of California, Berkley, Energy and Resources (Thesis - Doctor of Philosophy in Energy and Resources). 99p.

HAYA, B.; PAREKH, P. **Hydropower in the CDM: Examining Additionality and Criteria for Sustainability**. University of California, Berkley: Energy and Resources Group, 2011. 47p.

HE, J.; HUANG, Y.; TARP, F. Has the Clean Development Mechanism assisted sustainable development? **Natural Resources Forum**, v. 38, p. 248-260, 2014.

HEETER, H.; ARMSTRONG, P.; BIRD, L. **Market Brief: Status of the Voluntary Renewable Energy Certificate Market (2011 Data)**. Colorado: National Renewable Energy Laboratory, 2012. 36p.

HOLT, E.; BIRD, L. **Emerging Markets for Renewable Energy Certificates: Opportunities and Challenges**. Colorado, National Renewable Energy Laboratory, 2005. 76p.

INSTITUTO TOTUM. **Regulamento Técnico Certificado de Energia Renovável**. 2015. Disponível em <<https://slidex.tips/download/regulamento-tecnico-certificado-de-energia-renovavel>>. Acesso em: dez 2017.

_____. **Condições Transitórias para Empreendimentos Certificados Somente no REC Brazil**. 2017. Disponível em <http://www.institutototum.com.br/images/totum/arquivos/FM.24.00_Condicoes_para_transicao_REC_Brazil_I-REC.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2018.

_____. **O que é a certificação I-REC?** Disponível em: <<https://www.institutototum.com.br/index.php/servicos/273-i-rec>>. Acesso em: 07 jul. 2018a.

_____. **Empreendimentos Certificados no REC Brazil**. 2018b. Disponível em <http://www.institutototum.com.br/images/totum/arquivos/Empreendimentos_18042018.pdf>. Acesso em: 04 abr 2018.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **IPCC First Assessment Report**. Geneva: World Meteorological Organization, 1990. 410p.

_____. **Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation: Summary for Policymakers and Technical Summary**. 2012. 246p. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srren/SRREN_FD_SPM_final.pdf>. Acesso em: 08 jul. 2018.

_____. **Climate Change 2014: Synthesis Report**. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 2014. 151 pp.

INTERNATIONAL CARBON ACTION PARTNERSHIP (ICAP). **Emissions Trading Worldwide: Status Report 2018**. Berlin: 2018b. 108p. Disponível em: <https://icapcarbonaction.com/en/?option=com_attach&task=download&id=547>. Acesso em: 28 jun. 2018.

INTERNATIONAL CARBON ACTION PARTNERSHIP (ICAP). **ETS Map**. 2018. Disponível em: <<https://icapcarbonaction.com/en/ets-map>>. Acesso em: 28 jun. 2018a.

INTERNATIONAL CARBON REDUCTION & OFFSET ALLIANCE (ICROA). **Business Leadership on Climate Action: Drivers and Benefits of Offsetting**, 2017. 7p. Disponível em: <https://www.icroa.org/resources/Documents/ICRO4535%20Offsetting%20Report%202017_FINAL.pdf>. Acesso em: 07 jul. 2018.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Key World Energy Statistics**. 2016. 80p. Disponível em: <

http://elearning.humnet.unipi.it/pluginfile.php/101860/mod_resource/content/0/IEA%20KeyWorldEnergyStatistics2016.pdf>. Acesso em: 08 jul. 2018.

_____. **Key World Energy Statistics**. 2017. 80p.

ITO, Y. **A Brief History of Measures to Support Renewable Energy: Implications for Japan FIT review obtained from domestic and foreign cases of support measures**. Institute of Energy and Economics Japan (IEEJ), 2015. 22p. Disponível em: < <https://eneken.iej.or.jp/data/6330.pdf>>. Acesso em: 07 jul. 2018.

JUNG, M. Host Country Attractiveness for CDM Non-sink Projects. **Energy Policy**, v. 34, n. 15, p. 2173–2184, 2006.

KOLK, A.; PINSKE, J. Towards strategic stakeholder management integrating perspectives on sustainability challenges such as corporate responses to climate change. **Corporate Governance: The International Journal of Business in Society**, v.7, n.4, 2007. Disponível em: < <https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/14720700710820452>>. Acesso em: 06 jul. 2018.

KOLMUSS, A. SCHNEIDER, L. ZHEZHERIN, V. **Has Joint Implementation Reduced GHG Emissions?** Lessons Learned from the Design of Carbon Market Mechanisms. Estocolmo: Stockholm Environment Institute, 2015. 128p. Disponível em: < <https://www.sei.org/mediamanager/documents/Publications/Climate/SEI-PB-2015-JI-environmental-integrity.pdf>>. Acesso em 28 jun. 2018.

LAZARO, L.L.B.; GREMAUD, A.P. Contribuição para o desenvolvimento sustentável dos projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo na América Latina. Salvador: **Organ. Soc.**, v. 24, n.80, p.53-72, 2017.

LO, A.Y.; CONG, R. After CDM: Domestic carbon offsetting in China. **Journal of Cleaner Production**, v.141, p.1391-1399, 2017.

MACHADO, V. de F. **A produção do discurso do desenvolvimento sustentável: de Estocolmo a Rio 92**. Brasília, 2005. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília.

MARKIT GROUP LIMITED. **Beginners' Guide to the Voluntary Carbon Market**. 2009. 9p. Disponível em: < http://www.katoombagroup.org/documents/cds/uganda_2011/Carbon%20Markets/beginnersguide-to-the-voluntary-carbon-market.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2018.

MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY (MIT). CCX founder talks about managing pollution and cap-and-trade. Management Sloan School, jan.2013. Disponível em < <http://mitsloan.mit.edu/newsroom/articles/ccx-founder-talks-about-managing-pollution-and-cap-and-trade/>>. Acesso em 30 abr 2018.

McFARLAND, B.J. Carbon Reduction Projects and the Concept of Additionality. **Sustainable Development Law & Policy**, v.11, n.2, 2011. p.15-18.

McLENNAN, C.J. Voluntary carbon offsetting: Who does it? **Tourism Management**, v.45, p. 194-198, 2014.

MEADOWS, D. *et al.* **Os limites do crescimento**. São Paulo: Perspectiva, 1972.

MICHAELOWA, A. **The Paris Market Mechanisms' Contribution to Global Greenhouse Gas Mitigation: Complementarities and Tensions between Article 6.2 and Article 6.4**. In: STAVINS, R. N.; STOWE, R.C. *Market Mechanisms and the Paris Agreement*. Cambridge: Harvard University, 2017. 116p. Disponível em: <https://www.belfercenter.org/sites/default/files/files/publication/2017-10_market-mechanisms-paris_v4-1.pdf>. Acesso em: 07 jul. 2018.

MICHAELOWA, A.; HOCH, S. Built on experience: How to transition from the CDM to the Sustainable Development Mechanism under the Paris Agreement? **In: Carbon Mechanisms Review**, n.1, p.28-31, 2016. Disponível em: <https://www.carbon-mechanisms.de/fileadmin/media/dokumente/Publikationen/CMR/CMR_2016_01_Dawning_eng_bf.pdf>. Acesso em: 07 jul. 2018.

_____. Guardrails for the Paris mechanisms: Operationalizing Article 6 and generating carbon market credibility. **In: Carbon Mechanisms Review**, n.1, p. 4-9, 2017.

MICHAELOWA, A.; JEMBER, G.; MBAYE, E.H. **Lessons from the CDM in LDCs**. LCD Paper Series, 2013. 21p. Disponível em: <https://ldccclimate.files.wordpress.com/2013/12/ldcp13_cdm.pdf>. Acesso em: 28 jun 2018.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (MCTI). **Participação de Gases por Setor: 3º inventário (2016)**. Sistema de Registro Nacional de Emissões. Disponível em: <<http://sirene.mcti.gov.br/participacao-de-gases-por-setor>>. Acesso em: 10 set. 2018.

MINISTÉRIO DA FAZENDA. **Projeto PMR Brasil**. 2018. Disponível em <http://www.spe.fazenda.gov.br/pmr_brasil>. Acesso em 21 abr. 2018.

MONTERUBIO, J. Recognition of Property Rights in Carbon Credits Under California's New Greenhouse Gas Cap-and-Trade Program. **Sustainable Development Law & Policy**, v.12, n.2, 2012. p.32.

MOURA, A.A.M. O mecanismo de rotulagem ambiental: perspectivas de aplicação no Brasil. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**. Brasília, IPEA, v.7, p.11-21, 2013.

NASCIMENTO, E.P. Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico. **Estudos Avançados (USP)**. São Paulo, v. 26, n. 74, 2012, p. 51-64.

NATIONAL DEVELOPMENT AND REFORM COMMISSION (NRDC). 2009. **Improvement of CDM Policies in China**. CDM Project Management Centre, Energy Research Institute of NDRC, China. 94p. Disponível em: <<https://www.ivl.se/download/18.7e136029152c7d48c2049e/1456405247538/C174.pdf>>. Acesso em 23 abr. 2018.

NATIONAL GRID. (2010). **Power Purchase Agreements between National Grid and Cape Wind Associates**. Disponível em: <<http://www.offshorewindhub.org/resource/1128>>. Acesso em 10 ago. 2017.

NEUHOFF, K. VASA, A. **The role of CDM post-2012**. Background paper for workshop: Carbon Pricing and Investment Response. Berlim, 2011. 19p. Disponível em < <https://climatepolicyinitiative.org/wp-content/uploads/2011/12/The-role-of-CDM-post-2012.pdf>>. Acesso em 19 dez 2016.

NIPSCO. (2017). **Renewable Power Purchase Agreement**. Disponível em: < <https://www.nipsco.com/docs/default-source/our-services-docs/fit-power-purchaseagreement.pdf>>. Acesso em: 30 jun. 2017.

NYAMBURA, B. NHAMO, G. CDM projects and their impact on sustainable development: A case study from Kenya. **Environmental Economics**, v.5, n.1, p. 42-51, 2014.

NYLANDER, J. **Carbon trading in a Paris Agreement**. Stockholm: FORES, 2015. 100p. Disponível em: < <http://fores.se/wp-content/uploads/2015/10/Carbontrading-Paris-Nylander-webb.pdf>>. Acesso em: 07 jul. 2018.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. **Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa**. 2016. Disponível em: < http://plataforma.seeg.eco.br/total_emission>. Acesso em 20 dez. 2016.

OLSEN, K. The clean development mechanism's contribution to sustainable development: a review of the literature. **Climate Change**, v. 84, 2007. p.59–73.

OLSEN, K. H.; ARENS, C.; MERSMANN, F. Learning from CDM SD tool experience for Article 6.4 in the Paris Agreement. **Climate Policy**, 2017, 15p. Disponível em: <http://orbit.dtu.dk/files/130697496/Learning_from_CDM_SD_tool_experience_for_Article_6_4_of_the_Paris_Agreement.pdf>. Acesso em: 07 jul. 2018.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Resolução adotada pela Assembleia Geral em 25 de setembro de 2015. **Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Nova Iorque, 2015. 35p.

PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (PBMC). **Mitigação das Mudanças Climáticas**. Contribuição do Grupo de Trabalho 3 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas. COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2014, 463p.

PAIVA *et al.* Mercado Voluntário de Carbono: Análises de Cobenefícios de Projetos Brasileiros. **RAC**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 1, art. 3, pp. 45-64, 2015.

PARTNERSHIP FOR MARKET READINESS (PMR); **Emissions Trading in Practice: a Handbook on Design and Implementation**. Washington: World Bank, 2016. 210p.

PETERSON, T.D.; ROSE, A.Z. Reducing conflicts between climate policy and energy policy in the U.S: the import role of the states. **Energy Policy**, v.34, n.5, p.619-31, 2006.
PIGOU, A.C. **The Economics of Welfare**. 4.ed. London: Macmillan, 1932.

PROFETA, T.; DANIELS, B. **Design Principles of a Cap-and-Trade System for Greenhouse Gases**. Durham: Duke University, 2005. 21p. Disponível em: <<https://nicholasinstitute.duke.edu/sites/default/files/publications/design-principles-of-a-cap-and-trade-system-for-greenhouse-gases-paper.pdf>>. Acesso em: 28 jun. 2018.

RATHMANN, M. Do support system of RES-E reduce EU-ETS-driven electricity prices? **Energy Policy**, v.35, p. 342-390, 2007.

RE100. **About RE 100**. Disponível em: <<http://there100.org/>>. Acesso em: 07 jul. 2018.

REC BRAZIL. **Conheça o Programa REC Brazil**. 2018. Disponível em: <<http://www.recbrasil.com.br/i-rec-brasil.html>>. Acesso em: 20 mar. 2018.

REN21. **Renewables 2017: Global Status Report**. Paris: REN 21 Secretariat, 2017. 302p.

ROMEIRO, A. R. (1999) **Desenvolvimento Sustentável e Mudança Institucional: Notas Preliminares**. Texto para Discussão, IE/UNICAMP, nº 68, 1999.

SABBAGHI, O. SABBAGHI, N. Carbon Financial Instruments, thins trading and volatility: Evidence from the Chicago Climate Exchange. **The Quaterly Review of Economics and Finance**. Vol. 51, n. 4, 2011. P. 399-407.

SARTARI, S.; LATRÔNICO, F.; CAMPOS, L.M.S. Sustentabilidade e Desenvolvimento Sustentável: Uma Taxonomia no Campo da Literatura. São Paulo: **Ambiente & Sociedade**, v. XVII, n.1, p.1-22, 2014.

SCHUSSER, S.; JARAITÈ, J. Explaing the interplay of three markets: Green certificates, carbon emissions and electricity. **Energy Economics**, v.71, p.1-13, 2018.

SCIENCE BASED TARGETS. **Companies taking action**. Disponível em: <<https://sciencebasedtargets.org/companies-taking-action/>>. Acesso em: 07 jul. 2018.

SEEBERG-ELVERFELDT, C. **Carbon Finance Possibilities for Agriculture, Forestry and Other Land Use Projects in a Smallholder Context**. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma, 2010. 38p.

SHISHLOV, S.; BELLASSEN, V. 10 lessons from 10 years of CDM. **Climate Report: Research on the economics of climate change**, n. 37, nov.2012.

SOCIAL CARBON. **Social Carbon Standard**, v.5.0, jul.2013. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/0B9S6_o7oJUP9ekM2SkdmNHhSTjA/view>. Acesso em: 01 mai. 2018.

SOTOS, M. **GHG Protocol Scope 2 Guideline: Na amendment to the GHG Protocol Corporate Standard**.World Resources Institute, 2015. 120. Disponível em: <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Scope%202%20Guidance_Final_0.pdf>. Acesso em 07 jul. 2018.

SPALDING-FECHER, R. *et al.* **Assessing the impact of the clean development mechanism**. Luxembourg: CDM Policy Dialogue, 2012. 180p.

STUMHOFER, T. **The Chicago Climate Exchange Closure, a Vote for Robust GHG MRV?** GHG Management Institute, 2010. Disponível em: <<http://ghginstitute.org/2010/11/10/the-chicago-climate-exchange-closure-a-vote-for-robust-ghg-mrv/>>. Acesso em: 28 jun. 2018.

SUBBARAO, S. LLOYD, B. Can de Clean Development Mechanism (CDM) deliver? **Energy Policy**, v.39, p.1600-1611, 2011.

SUPREMO TRIBUNAL FEDERAL (STF). MS 26326 – Mandado de Segurança. Disponível em: <<http://www.stf.jus.br/portal/processo/verProcessoAndamento.asp?numero=26326&classe=MS&origem=AP&recurso=0&tipoJulgamento=M>>. Acesso em: 08 jul. 2018.

SUTTER, C.; PARREÑO, J. Does the Clean Development Mechanism (CDM) deliver its sustainable development claim? An analysis of officially registered projects. **Climate Change**, v. 84, p. 75–90, 2007.

THE INTERNATIONAL REC STANDARD (IREC). **The I-REC Code**. 2018a. 14p. Disponível em: < http://www.internationalrec.org/assets/doc_3963.pdf>. Acesso em: 07 jul. 2018.

_____. **I-REC Registry**. Public Reports. 2018b. Disponível em <<https://registry.irecservices.com/Public/ReportDevices/>>. Acesso em 02 mar. 2018.

UNITED NATIONS (UN). **Paris Agreement**: Entry into force. 2016. Disponível em: < <https://treaties.un.org/doc/Publication/CN/2016/CN.735.2016-Eng.pdf>>. Acesso em: 07 jul. 2018.

_____. **Doha Amendment to the Kyoto Protocol**. 2018. Disponível em: < https://treaties.un.org/Pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg_no=XXVII-7-c&chapter=27&clang=_en>. Acesso em 27 abr. 2018.

TORRES, C.; FERMAN, R.K.S.; SBRAGIA, I. Projetos de MDL no Brasil: Oportunidade de mercado para empresas e para novas entidades operacionais designadas. **Ambiente & Sociedade**, n.3, p. 199-214, 2016.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). **United Nations Framework Convention on Climate Change**. 1992. Disponível em: < <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>>. Acesso em: 28 jun. 2018.

_____. **Report of the Conference of the Parties in its first session**, held at Berlin from 28 March to 7 April 1995. Part two: Action taken by the Conference of the Parties at its First Session. 1995. Disponível em: < <http://unfccc.int/cop5/resource/docs/cop1/07a01.pdf>>. Acesso em: 28 jun. 2018.

_____. **Report of the Conference of the Parties in its second session**, held at Geneva from 8 to 19 July 1996. Part two: Action taken by the Conference of the Parties at its Second Session. 1996. Disponível em: < <http://unfccc.int/cop4/resource/docs/cop2/15a01.pdf>>. Acesso em: 28 jun. 2018.

_____. **Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change**. 1998. Disponível em: < <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>>. Acesso em: 28 jun. 2018.

_____. **Report of the Conference of the Parties on its seventh session**, held at Marrakesh from 29 October to 10 November 2001. Part two: Action taken by the Conference of the Parties. 2002. Disponível em: < <https://unfccc.int/resource/docs/cop7/13a02.pdf>>. Acesso em: 28 jun. 2018.

_____. **Report of the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Kyoto Protocol on its first session**, held at Montreal from 28 November to 10 December 2005. Part Two: Action taken by the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Kyoto Protocol at its first session. 2006. Disponível em: < <https://unfccc.int/resource/docs/2005/cmp1/eng/08a03.pdf>>. Acesso em: 28 jun. 2018.

_____. **Doha amendment to the Kyoto Protocol**. Doha, 2012a. Disponível em: <https://unfccc.int/files/kyoto_protocol/application/pdf/kp_doha_amendment_english.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2016.

_____. **Tool for the demonstration and assessment of additionality**. Version 07.0.0, 2012b. Disponível em: < <http://cdm.unfccc.int/methodologies/PAMethodologies/tools/am-tool-01-v7.0.0.pdf>>. Acesso em: 07 jul. 2018.

_____. **Frequently asked questions relating to the Doha Amendment to the Kyoto Protocol**. 2014. Disponível em: < http://unfccc.int/files/kyoto_protocol/doha_amendment/application/pdf/frequently_asked_questions_doha_amendment_to_the_kp.pdf >. Acesso em 14 dez. 2016.

_____. **Adoption of the Paris Agreement**. Paris, 2015a. Disponível em < <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/109r01.pdf>>. Acesso em: 19 dez 2016.

_____. **CDM project standard for project activities**. Version 09.0. 2015b. Disponível em: < https://cdm.unfccc.int/filestorage/e/x/t/extfile-20150225165200470-reg_stan01.pdf/reg_stan01.pdf?t=NFJ8cGJrb3dofDCK2IplhKug0k-9hHgVj0J1>. Acesso em: 07 jul. 2018.

_____. **Emission Reduction Units (ERUs) issued (by Host Party, Track, and Year)**. 2016. Disponível em: < http://ji.unfccc.int/statistics/2015/ERU_Issuance_2015_10_15_1200.pdf>. Acesso em: 28 jun 2018.

_____. **CDM Methodology Booklet**. 9^a ed. 2017a. Disponível em: < https://cdm.unfccc.int/methodologies/documentation/1803/CDM-Methodology-Booklet_fullversion_04.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2018.

_____. **CDM project cycle procedure for project activities**. 2017b. 62p. Disponível em: < https://cdm.unfccc.int/filestorage/e/x/t/extfile-20170307130803944-pc_proc03.pdf/pc_proc03.pdf?t=N0N8cGIxeW1fDBsX7cEZVYHBk7JxBkQyqJm>. Acesso em: 28 jun. 2018.

_____. **CDM project standard for project activities**. Version 01.0. 2017c. Disponível em: < https://cdm.unfccc.int/filestorage/e/x/t/extfile-20170307130848253-reg_stan04.pdf/reg_stan04.pdf?t=dlh8cGJrb3R2fDC2WlUAlfFWehJvFp-sus63>. Acesso em: 07 jul. 2018.

_____. **Investment Analysis**. Version 08.0, 2017d. Disponível em: < <http://cdm.unfccc.int/methodologies/PAMethodologies/tools/am-tool-27-v8.pdf>>. Acesso em: 07 jul. 2018.

_____. **UNFCCC- 20 Years of Effort and Achievement**. Key Milestones in the Evolution of International Climate Policy. 2018a. Disponível em: < <http://unfccc.int/timeline/>>. Acesso em: 28 jun 2018.

_____. **CDM Project Database**. 2018b. Disponível em: < <http://cdm.CQNUMC.int/Projects/projsearch.html>>. Acesso em: 20 abr. 2018.

_____. **CDM Insights**. 2018c. Disponível em: < <http://cdm.unfccc.int/Statistics/Public/CDMinsights/index.html#iss>>. Acesso em: 28 jun 2018.

_____. **Informal document containing the draft elements of guidance on cooperative approaches referred to in Article 6, paragraph 2, of the Paris Agreement**. Bonn: Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice, 2018d. 24p. Disponível em: < <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/docs/2018/sbsta/eng/sbsta48.informal.2.pdf>>. Acesso em: 07 jul. 2018.

_____. **Informal document containing the draft elements of the rules, modalities and procedures for the mechanism established by Article 6, paragraph 4, of the Paris Agreement**. Bonn: Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice, 2018e. 24p. Disponível em: < <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/docs/2018/sbsta/eng/sbsta48.informal.3.pdf>>. Acesso em: 07 jul. 2018.

UNITED STATES OF AMERICA (USA). DEPARTMENT OF ENERGY. (2017). **Example of a Power Purchase Agreement Contract**. Disponível em: < https://www.bpa.gov/power/pgc/wind/ex_c_ppa_2.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2017.

VEIGA NETO, F.C. **A construção dos mercados de serviços ambientais e suas implicações para o desenvolvimento sustentável**. 2008. 298p. (Tese de Doutorado em Ciências). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.

VERBRUGGEN, A.; LAUBER, V. Assessing the performance of renewable electricity support instruments. **Energy Policy**, 45, p. 635-644, 2012.

VERIFIED CARBON STANDARD (VCS). **VCS Standard. Requirements Document**, v.3, 2017. 55p. Disponível em: < http://verra.org/wp-content/uploads/2018/03/VCS_Standard_v3.7.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2018.

VERIFIED CARBON STANDARD (VCS). **VCS Project Database**. 2018. Disponível em: < <http://www.vcsprojectdatabase.org/#/home>>. Acesso em: abr. 2018.

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**, v. 41, p.1176-1189, 2015.

WEAVER, S. The Voluntary Carbon Market: carbon neutrality, green market and CSR. In: CAMERON, A. **Climate Change Law and Policy in New Zealand**. 1 ed. Wellington: LexisNexis NZ Ltda. 2011. Ch. 12, p. 467-511.

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.

WORLD RESOURCES INSTITUTE (WRI). Bottom line on Renewable Energy Certificates. **Answers to frequently asked questions about climate and energy policy**, n.11, 2008. Disponível em: < <http://www.wri.org/publication/bottom-line-renewable-energy-certificates>>. Acesso em: 07 jul. 2018.

_____. **Paris Contributions Maps**. CAIT Climate Data Explorer. 2018. Disponível em: < <http://cait.wri.org/indc/>>. Acesso em: 07 jul. 2018.

ZHANG, C. YAN, J. Influence on technology transfers: A study of the implemented clean development mechanism projects in China. **Applied Energy**, v.158, p.355-365, 2015.