

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
UNIDADE DE PÓS-GRADUAÇÃO, EXTENSÃO E PESQUISA
MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO E TECNOLOGIA EM
SISTEMAS PRODUTIVOS

CLÁUDIA VIRGÍNIA MISTRORIGO DE FREITAS

MUDANÇA DO CLIMA:
A META DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA DO BRASIL
PARA EVITAR O AQUECIMENTO GLOBAL E A CONTRIBUIÇÃO DO SETOR
QUÍMICO PARA SUA IMPLEMENTAÇÃO

São Paulo
Março/2018

CLÁUDIA VIRGÍNIA MISTRORIGO DE FREITAS

MUDANÇA DO CLIMA:
A META DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA DO BRASIL
PARA EVITAR O AQUECIMENTO GLOBAL E A CONTRIBUIÇÃO DO SETOR
QUÍMICO PARA SUA IMPLEMENTAÇÃO

Dissertação apresentada como exigência parcial para a obtenção do título de Mestre em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, no Programa de Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos, sob a orientação da Profa. Dra. Maria Lúcia Pereira da Silva

São Paulo
Março/2018

F866m Freitas, Cláudia Virgínia Mistrorigo de
Mudança do clima: a meta de redução de emissões de gases de efeito estufa do Brasil para evitar o aquecimento global e a contribuição do setor químico para sua implementação / Cláudia Virgínia Mistrorigo de Freitas. – São Paulo : CPS, 2018.
136 f. : il.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Lúcia Pereira da Silva
Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos) - Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, 2018.

1. Mudança climática. 2. Gás de efeito estufa. 3. Metas de redução. 4. Indústria química. I. Silva, Maria Lúcia Pereira da. II. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. III. Título.

CLÁUDIA VIRGÍNIA MISTRORIGO DE FREITAS

MUDANÇA DO CLIMA:
A META DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA DO BRASIL
PARA EVITAR O AQUECIMENTO GLOBAL E A CONTRIBUIÇÃO DO SETOR
QUÍMICO PARA SUA IMPLEMENTAÇÃO



Prof. Dra. Maria Lúcia Pereira da Silva
Orientadora



Prof. Dr. Rosinei Batista Ribeiro
Membro



Prof. Dra. Celi Langhi
Membro

São Paulo, 29 de março de 2018

Aos meus pais, irmãos, sobrinhos e cunhados.
Com eles pude entender o real significado da
palavra família.

Ao que me conquistou, pela persistência,
paciência e presença em minha vida.

RESUMO

FREITAS, C. V. M. **Mudança do clima: a meta de redução de emissões de gases de efeito estufa do Brasil para evitar o aquecimento global e a contribuição do setor químico para sua implementação.** 136 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Desenvolvimento da Educação Profissional). Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, ano.

Este trabalho tem por objetivo analisar as mudanças climáticas e apresentar propostas de como o setor químico contribui para que o Brasil atinja suas metas de redução de emissões de gases de efeito estufa. A metodologia utilizada é a pesquisa qualitativa e quantitativa, de caráter exploratório, bibliográfico e documental. Os resultados mostram a evolução das negociações referentes às mudanças climáticas, a redução de emissões de gases de efeito estufa, os principais responsáveis pelo aquecimento global e iniciativas de duas indústrias químicas nacionais. No setor químico em particular, apesar da grande melhoria dos indicadores nas duas últimas décadas, não se observa uma medida proativa para diminuição dos índices, somente ações pontuais e pautadas em tecnologias convencionais. É proposto um *roadmap* com ações para contribuir com o setor.

Palavras-chave: Mudança climática. Gás de efeito estufa. Metas de redução. Indústria química.

ABSTRACT

FREITAS, C. V. M. **Mudança do clima: a meta de redução de emissões de gases de efeito estufa do Brasil para evitar o aquecimento global e a contribuição do setor químico para sua implementação.** 136 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Desenvolvimento da Educação Profissional). Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, ano.

This paper aims to analyze climate change and present proposals on how the chemical sector contributes to Brazil achieving its goals of reducing greenhouse gas emissions. The methodology is the qualitative and quantitative research, of an exploratory, bibliographic and documentary character. The results show the evolution of negotiations on climate change, the reduction of greenhouse gas emissions, the main responsible for global warming and initiatives of two national chemical industries. In the chemical sector in particular, despite the great improvement of the indicators in the last two decades, there is no proactive measure to reduce indexes, but rather specific actions based on conventional technologies. A roadmap with actions to contribute to the sector is proposed.

Keywords: Climate change. Greenhouse gas. Reduction targets. Chemical industry.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1:	Cronologia das Conferências das Partes da UNFCCC	31
Quadro 2:	Gases de efeito estufa e principais fontes de emissão.....	35
Quadro 3:	Fabricação de produtos químicos e suas categorias.....	53
Quadro 4:	Classificação dos produtos químicos e aplicabilidade.....	54
Quadro 5:	Normas ISO sobre gases de efeito estufa, relatórios e inventários	64
Quadro 6:	Setores considerados nas estimativas anuais de emissões de GEE.....	71
Quadro 7:	Produtos químicos e GEEs emitidos em seus processos de produção	86
Quadro 8:	Tipos de indicadores de intensidade carbônica.....	96
Quadro 9:	Indicadores de emissão de gases de efeito estufa da GRI.....	98
Quadro 10:	Indicadores de emissões de gases de efeito estufa da empresa A.....	100

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Metas de redução dos países (NDC).....	49
Tabela 2:	Quantidade de emissões de GEE para países desenvolvidos, 1990 - 2015	63
Tabela 3:	Emissões de GEE por setor, em milhares de toneladas de CO ₂ e (ktCO ₂ e)	71
Tabela 4:	Emissões de GEE do setor processos industriais por subsetor em ktCO ₂ e.....	75
Tabela 5:	Organizações, por setores, participantes do Programa Brasileiro GHG Protocol no ano de 2016.....	81
Tabela 6:	Quantidade de projetos de MDL registrados	89
Tabela 7:	Projetos de MDL do escopo setorial indústria química	93
Tabela 8:	Indicadores de emissões de gases de efeito estufa da empresa A em tCO ₂ e..	100
Tabela 9:	Indicadores de intensidade carbônica (IIC) da empresa A em 2016 em tCO ₂ e/t.	102
Tabela 10:	Indicadores de emissões de gases de efeito estufa da empresa B em ktCO ₂ e	103
Tabela 11:	Indicadores de intensidade carbônica (IIC) da empresa B em 2016, em tCO ₂ e/t.	105
Tabela 12:	Indicadores de intensidade carbônicas das empresas A e B em tCO ₂ e/t	105

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Evolução da temperatura no período de 1950 a 2100.....	18
Figura 2:	Sequência de temas para responder a questão de pesquisa e seus desdobramentos	26
Figura 3:	A abrangência da indústria química.....	53
Figura 4:	Evolução das negociações nas Conferências das Partes	58
Figura 5:	Evolução das emissões de GEE por setor, em milhares de toneladas de CO ₂ e (ktCO ₂ e)	72
Figura 6:	Evolução das emissões de GEE do setor processos industriais, em milhares de toneladas de CO ₂ e (ktCO ₂ e)	73
Figura 7:	Percentual de emissões de GEE por setor, nos anos de 2005 e 2014	74
Figura 8:	Evolução das emissões de GEE por subsetor, em milhares de toneladas de CO ₂ e (ktCO ₂ e)	75
Figura 9:	Evolução das emissões de GEE do subsetor química, em milhares de toneladas de CO ₂ e (ktCO ₂ e)	76
Figura 10:	Percentual de emissões de GEE do setor processos industriais nos anos de 2005 e 2014	77
Figura 11:	Percentual de emissões de GEE no Brasil por setor no ano de 2016 de acordo com o SEEG	84
Figura 12:	Estruturação da estimativa de emissões da indústria química por tipos de processos, tipos de produtos e gases emitidos.....	85
Figura 13:	Projetos de MDL por região no mundo e por país.....	88
Figura 14:	Ciclo de desenvolvimento de um Projeto MDL e responsabilidades	90
Figura 15:	Distribuição de projetos de MDL no Brasil	92
Figura 16:	Atividades de projetos de MDL no Brasil por tipo de gás de efeito estufa	92
Figura 17:	Percentual dos indicadores de emissões de GEE da empresa A em 2016.....	101
Figura 18:	Indicadores de emissões de GEE da empresa A nos anos de 2015 e 2016 em tCO ₂ e	101
Figura 19:	Percentual dos indicadores de emissões de GEE da empresa B em 2016	103
Figura 20:	Indicadores de emissões de GEE da empresa B nos anos de 2015 e 2016 em ktCO ₂ e	104
Figura 21:	O <i>roadmap</i> aplicado ao setor químico	107

LISTA DE SIGLAS

Abiquim	Associação Brasileira da Indústria Química
AND	Autoridade Nacional Designada
AR	Relatório de avaliação (sigla em inglês para <i>Assessment Report</i>), do IPCC
CE	Comércio de emissões
CH ₄	Metano
CO ₂	Dióxido de carbono
CNI	Confederação Nacional da Indústria
CNAE	Classificação e enquadramento de atividades econômicas
CO ₂ e	Carbono equivalente
CoP	Conferências das Partes (sigla em inglês para <i>Conference of the Parties</i>)
CTPIIn	Comissão Técnica do Plano Indústria
CTIBC	Comitê Técnico da Indústria de Baixo Carbono
EBC	Economia de baixo carbono
EN15	Indicador de emissões diretas de GEE
EN16	Indicador de emissões indiretas de GEE
EN17	Indicador de outras emissões indiretas de GEE.
EOD	Entidade operacional designada
EUA	Estados Unidos da América
FE	Fator de emissão ou remoção de gases de efeito estufa
Fiesp	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
GEE	Gás de efeito estufa
GRI	Iniciativa global de relato. Organização internacional que publica relatórios de sustentabilidade com base em indicadores (sigla em inglês para <i>Global Reporting Initiative</i>)
GTP	Potencial de temperatura global (sigla em inglês para <i>Global Temperature Potential</i>)
GVCes	Centro de Estudos em Sustentabilidade da Escola de Administração de Empresas da Fundação Getúlio Vargas
GWP	Potencial de aquecimento global (sigla em inglês para <i>Global Warming Potential</i>)
HFC	Hidrofluorcarbono

IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	Implementação conjunta
ICCA	Conselho Internacional de Associações Químicas (sigla em inglês para <i>International Council of Chemical Associations</i>)
IIC	Indicador de intensidade carbônica
INDC	Pretendida contribuição nacionalmente determinada (sigla em inglês para <i>intended Nationally Determined Contribution</i>)
IEMA	Instituto de Energia e Meio Ambiente
Inmetro	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
IPCC	Painel Intergovernamental sobre mudanças climáticas (sigla em inglês para <i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>)
ISO	Organização Internacional para Normalização (sigla em inglês para <i>International Organization for Standardization</i>)
ktCO _{2e}	Milhares de toneladas de CO _{2e}
MCTIC	Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações
MDIC	Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MDS	Mecanismo de Desenvolvimento Sustentável
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MRV	Monitoramento, Relato e Verificação
N ₂ O	Óxido nitroso
NDC	Contribuição nacionalmente determinada (sigla em inglês para <i>Nationally Determined Contribution</i>)
NF ₃	Trifluoreto de nitrogênio
OC	Observatório do Clima
OMM	Organização Meteorológica Mundial
ONU	Organização das Nações Unidas
PFC	Perfluorcarbono
PIB	Produto Interno Bruto
PNA	Plano Nacional de Adaptação às Mudanças Climáticas
PNMC	Política Nacional de Mudança do Clima
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
RCE	Redução certificada de emissões

RCP	Cenário referente à quantidade de energia absorvida pelos gases de efeito estufa (sigla em inglês para <i>Representative Concentration Pathways</i>)
REDD	Redução de emissões por desmatamento e degradação florestal (sigla em inglês para <i>Reduction of Emissions from Deforestation and Degradation</i>)
RPE	Registro público de emissões
SEEG	Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa
SF ₆	Hexafluoreto de enxofre
tCO ₂ e	Tonelada de carbono equivalente
TCN	Terceira Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima
UNFCCC	Convenção – Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (sigla em inglês para <i>United Nations Framework Convention on Climate Change</i>)
WRI	Instituto de Recursos Mundiais (sigla em inglês para <i>World Resources Institute</i>)

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	16
Questão de pesquisa e relevância	20
Objetivo	20
Organização do trabalho	21
1 MÉTODO	23
2 A CONVENÇÃO INTERNACIONAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA	27
2.1 Panorama climático mundial	27
2.2 Conferências das Partes e seus resultados	30
2.3 Histórico do mercado de emissões de gases de efeito estufa	40
2.4 As metas de redução de gases de efeito estufa	42
3 O SETOR INDUSTRIAL QUÍMICO E O PLANO INDÚSTRIA	50
4 OS INVENTÁRIOS E AS ESTIMATIVAS DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA	57
4.1 O avanço das negociações nas Conferências das Partes	58
4.2 Evolução dos inventários de gases de efeito estufa	61
4.3 Inventários e estimativas de emissões de gases de efeito estufa do Brasil	65
<i>4.3.1 As Comunicações Nacionais do Brasil à Convenção do Clima</i>	<i>67</i>
<i>4.3.2 O inventário nacional de emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouros de gases de efeito estufa</i>	<i>69</i>
<i>4.3.3 As estimativas nacionais de emissões de gases de efeito estufa</i>	<i>70</i>
<i>4.3.4 Os inventários de emissões de gases de efeito estufa baseados no Programa Brasileiro GHG Protocol</i>	<i>80</i>
<i>4.3.5 O Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG) do Observatório do Clima</i>	<i>83</i>
5 O MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO	88
6 ESTUDO DE CASO: INDUSTRIAS QUÍMICAS	97
6.1 Relatórios de Sustentabilidade com base na Global Reporting Initiative (GRI)	98
6.2 As indústrias químicas selecionadas e seus indicadores de gases de efeito estufa	99
<i>6.2.1 A empresa A</i>	<i>100</i>
<i>6.2.2 A empresa B</i>	<i>103</i>
6.3 O roadmap para o setor químico	107

<i>6.3.1 Algumas considerações sobre roadmaps</i>	<i>107</i>
<i>6.3.2 O roadmap para o setor químico atender às metas de redução de gases de efeito estufa</i>	<i>108</i>
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	116
REFERÊNCIAS	121
APÊNDICE A - TERMOS E CONCEITOS UTILIZADOS NESTE DOCUMENTO ...	127
APÊNDICE B – RESUMO DAS CONTRIBUIÇÕES NACIONALMENTE DETERMINADAS (NDC) DO BRASIL	130
ANEXO A - SÍNTESE COM AS AÇÕES DO PLANO INDÚSTRIA CONFORME O EIXO DE ATUAÇÃO	135

INTRODUÇÃO

O aquecimento global vem preocupando diversos países há alguns anos. Trata-se de um fenômeno que se dá principalmente devido ao aumento das emissões dos gases de efeito estufa (GEE) que têm a capacidade de impedir a saída da radiação solar para a atmosfera. A intensificação na concentração desses gases passou a ocorrer a partir da expansão das atividades produzidas pelo ser humano como a queima de combustíveis fósseis, incêndios de florestas e práticas industriais.

O estudo do ciclo de dióxido de carbono (CO_2) no ambiente bem como sua concentração e respectivas consequências não é novo, tendo sido abordado há mais de um século (HEIMAN). Contudo, apesar da grande quantidade de dados analisados, a tecnologia daquele momento não permitiu conclusões significativas, fato que mudaria nas décadas subsequentes. Assim, no século passado, na década de 1950, a teoria do dióxido de carbono foi estudada (PLASS, FLEMING e SCHMIDT). O dióxido de carbono (CO_2) é um dos gases de efeito estufa. Esta teoria afirma que com o aumento da quantidade de CO_2 , a radiação de saída fica presa perto da superfície da Terra, tornando a atmosfera mais opaca e a temperatura mais alta. Na ocasião, a queima de combustíveis fósseis foi considerada responsável pela emissão de mais de seis milhões de toneladas por ano de CO_2 na atmosfera. Se este gás permanecesse na Terra, a temperatura aumentaria uma média de $1,1^\circ\text{C}$ por século.

A transparência à radiação dos constituintes da atmosfera também é mencionada por Nunes (2003)

a maior parte dos constituintes da atmosfera é transparente à radiação emitida pelo sol, mas alguns gases como vapor d'água, ozônio e dióxido de carbono absorvem radiação de onda curta. Mudanças na quantidade desses elementos na atmosfera, portanto, podem afetar o quanto de calor radiante é absorvido (NUNES, 2003, p.4)

De acordo com Baes et al (1977), o principal efeito do aumento da concentração de dióxido de carbono na atmosfera é o aquecimento do ambiente que absorve uma porção da radiação infravermelha que retornaria ao espaço pela Terra. Esta propriedade foi chamada de efeito estufa.

A partir da década de 1980 os estudos se intensificaram no sentido de apontar a relação entre o aumento de emissão dos gases de efeito estufa, as alterações climáticas em nível global e as atividades humanas.

Para entender melhor este fenômeno e atuar para reduzir o potencial de aquecimento global foi instituída a Convenção – Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, também conhecida pela sigla em inglês UNFCCC (*United Nations Framework Convention on Climate Change*). Esta convenção foi aberta para assinaturas em 1992 durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, também conhecida como Rio-92, por ter sido realizada na cidade do Rio de Janeiro, e entrou em vigor em 21/03/1994.

A Convenção do Clima tem adesão quase universal, já que foi ratificada por 197 países, também chamados de Partes. O Brasil é uma das Partes da Convenção, tendo assinado a mesma durante a Rio-92, diversas medidas têm sido tomadas para evitar o aquecimento global. As decisões são negociadas nas reuniões anuais sobre o assunto, as chamadas Conferências das Partes (CoP), sigla em inglês para *Conference of the Parties*.

A instituição responsável pelos estudos científicos sobre as alterações do clima e aumento de temperatura na Terra é o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, mais conhecido por sua sigla IPCC (do inglês *Intergovernmental Panel on Climate Change*).

O IPCC foi criado em 1988 pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), para fornecer aos formuladores de políticas avaliações regulares de base científica sobre as alterações climáticas, seus impactos e riscos futuros, além de opções para adaptação e mitigação.

Este painel é reconhecido internacionalmente e reúne cientistas independentes de todo o mundo, incluindo pesquisadores brasileiros, que tratam dados de temperatura observados e indicam tendências de aquecimento global por razões antrópicas. Este fato foi determinante para o estabelecimento de um dos principais objetivos da Convenção sobre o Clima, que é o de estabilizar as concentrações dos gases de efeito estufa na atmosfera em um nível que impeça que a interferência antrópica altere o ecossistema e o sistema climático global.

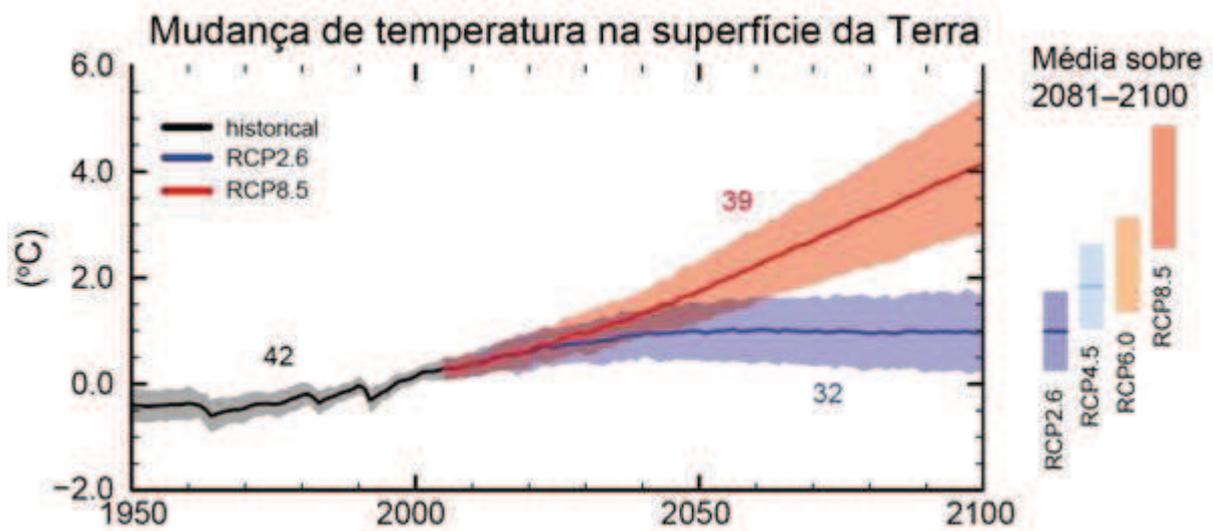
Com a criação do IPCC intensificaram-se os estudos sobre os gases de efeito estufa e seus impactos no aumento da temperatura do planeta.

O IPCC apresenta relatórios regularmente e, em seu quinto relatório de avaliação, de 2013, confirmou uma variação positiva da temperatura entre 0,3 e 0,6 graus centígrados por década. Esta variação pode ser constatada por meio de cenários de concentrações de gases de

efeito estufa, chamados de RCP, sigla em inglês para *Representative Concentration Pathways*. Foram considerados quatro cenários que se referem à quantidade de energia absorvidas pelos gases de efeito estufa: RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 e RCP8.5. O RCP2.6 é o melhor cenário, no qual a população mundial se compromete fortemente a combater o aquecimento global; já o RCP8.5 é o pior cenário, ocorrendo no caso de não ser tomada nenhuma providência para se tratar das alterações do clima.

A Figura 1 apresenta a evolução e previsão da temperatura no período de 1950 a 2100 considerando tais cenários.

Figura 1 - Evolução da temperatura no período de 1950 a 2100



Fonte: Adaptado de Quinto Relatório de Avaliação do IPCC. 2016.

Pela Figura 1 observa-se claramente um maior aumento de temperatura a partir da década de 1990. Se ocorrer o pior cenário, a temperatura terrestre terá uma elevação de quase 6°C em relação ao ano de 1950.

Desde sua instituição, a Convenção do Clima reúne-se periodicamente, nas CoPs. Alguns dos acordos e tratados internacionais importantes para o futuro do planeta foram acordados nas Conferências das Partes. O Protocolo de Quioto foi proposto na CoP3, em 1997, no Japão, com ênfase aos compromissos para a redução dos gases de efeito estufa e sistema de relatórios para países desenvolvidos. A UNFCCC separa os países em duas categorias, desenvolvidos e em desenvolvimento. Os países desenvolvidos estão listados no Anexo I da Convenção. Os demais são comumente chamados de “países não Anexo I” da Convenção.

Na CoP15, em Copenhague no ano de 2009, foi ratificado o compromisso de se limitar o aumento de temperatura média global da superfície terrestre em 2°C em relação aos níveis pré-industriais. Em 2011, durante a CoP17 foi acordada a Plataforma de Durban, definindo que até 2015, na CoP21, em Paris, fosse concluído um acordo mundial para o pós 2020.

Para manter o aquecimento global em até 2°C, os países membros da Convenção do Clima se comprometeram a propor metas de redução de emissão dos GEE até outubro de 2015, para que estas fossem incluídas no referido acordo global firmado na CoP21. Estas metas são chamadas de contribuições nacionalmente determinadas, com a sigla NDC (em inglês para *Nationally Determined Contribution*)¹.

Em 27 de setembro de 2015 o governo brasileiro anunciou durante a Conferência das Nações Unidas para a Agenda de Desenvolvimento Sustentável Pós-2015 sua contribuição para o acordo global do clima (REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL, Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada, 2015). O Brasil se comprometeu a assumir uma meta absoluta de redução de 37% das emissões de gases causadores do efeito estufa até 2025, com base no ano de 2005 e o indicativo de 43% de redução até 2030.

Além disso, a grande maioria das Partes participantes da UNFCCC apresentou sua meta de redução de emissão de GEE para manter o aquecimento global em até 2°C para evitar o aquecimento do planeta². Portanto o cenário atual já enfatiza a extrema relevância do tema para o mundo atual, pelo fato de aproximadamente 200 países concordarem com o Acordo de Paris, que foi negociado e acordado em dezembro de 2015 durante a CoP21.

Para atingir tais metas todas as partes interessadas (*stakeholders*) da sociedade deverão se mobilizar e propor ações. Uma parte interessada que em geral é pouco analisada, especialmente no país, é a indústria química³, que é parte importante do cenário, tanto no país quanto no exterior; de acordo com Henriques Junior (2010) a indústria química brasileira situa-se entre as dez maiores do mundo e o faturamento do setor é dependente de produtos petroquímicos e de resinas termoplásticas (25% do total). Como tal segmento é de elevado consumo de energia, bem como o de fertilizantes e cloro-álcalis, são comuns as tentativas de diminuição de emissão de CO₂ pela troca do perfil de energético. Deste modo, mudou-se da predominância do óleo combustível na década de 1970, de vapor e eletricidade na década de

¹ O Apêndice B apresenta resumo com os principais tópicos da NDC brasileira.

² <http://unfccc.int/2860.php>

³ Por exemplo, usando os descritores "setor químico", "aquecimento global" e "metas de redução" no Google Acadêmico ® obtêm apenas 57 resultados.

1980 para, a partir do novo século, gás natural e outras fontes secundárias do petróleo. Contudo, embora ações de controle de consumo de energia mostrem-se efetivas, são igualmente restritivas no longo prazo, dependendo, assim, de mudanças tecnológicas profundas para manterem a tendência de queda. Além disso, a análise apenas de conteúdo energético dificulta avaliar as emissões indiretas, o que, no estado de São Paulo, corresponde ao sétimo setor em importância (FRANÇA, 2013). Este é o contexto em que se insere a questão de pesquisa deste trabalho.

Questão de pesquisa e relevância

Como o setor industrial químico pode atuar para auxiliar o Brasil a atender suas metas de redução de gases de efeito estufa?

A relevância está no fato de que as metas devem ser atendidas até 2025 e sua implementação é encaminhada periodicamente à Convenção do Clima, e a autora não encontrou estudo semelhante na bibliografia analisada.

Objetivo

O objetivo geral foi apresentar propostas e mecanismo (*roadmap*⁴) de como o setor químico contribuirá para que o Brasil atinja suas metas de redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE).

Os objetivos específicos são revisar as Conferências das Partes da UNFCCC e fazer uma avaliação das suas consequências; apresentar iniciativas para a contabilização e relato de emissões de gases de efeito estufa; e propor ações para o setor químico atingir a meta brasileira.

⁴ Ferramenta utilizada para planejar e traçar caminhos para alcançar os objetivos pretendidos.

Organização do trabalho

Para responder à questão de pesquisa e atender ao objetivo proposto, esta dissertação foi dividida em capítulos e estruturada conforme apresentado a seguir.

O Capítulo 1 apresenta o método utilizado para se justificar a relevância do assunto e como se chegar à resposta da pergunta de pesquisa. É detalhado o universo da pesquisa, a abrangência, etapas de execução, as técnicas utilizadas e o estudo de caso.

O Capítulo 2 trata da convenção internacional sobre mudanças climáticas da Organização das Nações Unidas (a UNFCCC), criada para evitar o aquecimento global; traçando um breve histórico sobre as mudanças climáticas, os principais motivos para a ocorrência deste fenômeno bem como as contribuições de alguns cientistas sobre o assunto. Aponta, ainda, as principais características da convenção, formas de atuação, por meio das conferências anuais de negociações, decisões e deliberações, as Conferências das Partes (CoP), mostrando um panorama da evolução do tema desde o Protocolo de Quioto, de 1997, até o Acordo de Paris, de 2015 além das tratativas e resoluções da CoP1 (realizada em 1995) até a CoP22 (ocorrida no ano de 2016).

Também neste capítulo encontram-se considerações sobre os gases de efeito estufa (GEE), o mercado de emissões destes gases, as metas de redução de GEE estabelecida pelo governo brasileiro e as metas de outros países grandes emissores de GEE.

O Capítulo 3 discorre sobre o setor industrial químico, sua diversidade e importância para outros segmentos produtivos, além de abordar sua participação no Plano Indústria do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC), previsto na política nacional de mudança do clima.

Já o Capítulo 4 versa sobre a contabilização e relato das emissões de gases de efeito estufa, os inventários e as estimativas. Mostra a evolução e o avanço das discussões deste tema nas CoPs e as diferentes iniciativas publicadas no Brasil, pelo governo e organizações não governamentais.

O Capítulo 5 trata de uma importante ferramenta de comercialização de crédito de carbono, o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) e avalia sua evolução na UNFCCC

e também no Brasil, dando ênfase aos projetos registrados referentes ao escopo setorial indústria química.

No Capítulo 6 é desenvolvido um estudo de caso considerando duas indústrias químicas brasileiras, seus indicadores de emissões de gases de efeito estufa e o indicador de intensidade carbônica. É feita uma breve exposição sobre cada uma das empresas em análise, e proposto o *roadmap*⁵ para o setor químico atuar junto ao governo brasileiro para o cumprimento das metas de redução de gases de efeito estufa.

Para encerrar tem-se as Considerações Finais, que apontam as principais constatações e conclusões, recomendações e pontos para reflexão.

⁵ Ferramenta utilizada para planejar e traçar caminhos para alcançar os objetivos pretendidos.

1 MÉTODO

A pesquisa é qualitativa e quantitativa, de caráter exploratório, bibliográfico e documental. Compreende a descrição detalhada do tema, análise e interpretação dos dados levantados e realizada por meio da análise de conteúdo. Segundo Hoffman (2013), este método auxilia na definição exata das técnicas de coleta e de análise de dados, bem como na demonstração lógica das relações entre conceitos e fenômenos.

O universo é a avaliação das negociações internacionais referentes às mudanças climáticas, a evolução das emissões de gases de efeito estufa, os principais causadores do aquecimento global e estudo de caso múltiplo, com a análise de duas grandes indústrias químicas do Brasil.

A bibliografia foi consultada nos *sites* acadêmicos nas bases de dados *Online* (SciELO) e Google Acadêmico, e em publicações em periódicos indexados, nos idiomas português e inglês.

Foram utilizados os seguintes descritores para pesquisa bibliográfica: aquecimento global, mudança do clima, gases de efeito estufa, metas de redução, mercado de carbono, mitigação e adaptação, setor químico e indústria química.

Os dados foram obtidos a partir de uma leitura inicial do título e do resumo do artigo e, para aqueles que atenderam aos critérios escolhidos, foi realizada leitura na íntegra.

Também foram analisados os materiais, documentos e relatórios públicos desenvolvidos pela Convenção do Clima e disponíveis em seu site (unfccc.int) e pelo governo federal, além dos relatórios de sustentabilidade das empresas selecionadas para o estudo de caso.

A partir dos artigos e materiais selecionados e com base na análise de conteúdo foram estudadas as conferências anuais da Convenção do Clima, as decisões referentes às metas de redução de gases de efeito estufa, as metas propostas pelo Brasil e por países grandes emissores, de acordo com o critério de relato de inventários disponíveis no site da Convenção do Clima.

A pesquisa foi realizada considerando as três fases fundamentais da análise de conteúdo: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados. A pré-análise refere-se à organização das informações e montagem da estrutura do trabalho. É utilizada para sistematizar as ideias iniciais e estabelecer indicadores para a interpretação das informações coletadas (SILVA e FOSSÁ, 2015). A exploração do material é a leitura dos documentos selecionados,

o desenvolvimento do conteúdo e a categorização de critérios. De acordo com Santos (2012) para o tratamento dos resultados devem ser utilizados métodos e técnicas de análise, como a categorização e a interpretação.

Inicialmente a análise foi realizada de forma descritiva, baseando-se nos aspectos gerais dos artigos, acordos e tratados e, na sequência, tem um caráter comparativo, em especial quando for estudada a evolução das emissões de gases de efeito estufa e as metas de redução dos GEE.

Quanto à abrangência, este trabalho considera desde CoP1 até a CoP22, realizada em novembro de 2016 e as análises de documentos com dados numéricos até o final do mesmo ano de 2016.

O desenvolvimento deste trabalho conta com as seguintes etapas: caracterização do problema, detalhamento da questão climática e a necessidade do estabelecimento de metas de redução de gases de efeito estufa; apresentação das metas de redução de GEE do Brasil e de outros países grandes emissores de gases de efeito estufa: Estados Unidos, Japão, Rússia, China e Índia.

Após a fundamentação teórica, baseada nas conferências anuais sobre o clima, em artigos científicos e acadêmicos, na legislação e decisões governamentais sobre o tema e na caracterização do setor industrial químico, faz-se análise das diferentes formas e iniciativas de relato da redução de emissões de gases de efeito estufa e das ações das indústrias selecionadas na área de mudanças climáticas, bem como uma breve descrição de como o setor químico pode auxiliar o governo brasileiro a atingir suas contribuições nacionalmente determinadas (NDC) ou metas de redução de gás de efeito estufa, validadas pela Convenção do Clima na reunião realizada em Paris em dezembro de 2015, a CoP21.

É apresentada e analisada a situação atual do mercado de carbono e perspectivas de sua retomada e operacionalização considerando os mecanismos para a mitigação de emissões de gases de efeito estufa e o apoio ao desenvolvimento sustentável estabelecido no Acordo de Paris.

Na sequência é feita uma apresentação do setor químico. Optou-se por este setor por vários motivos, além da situação anteriormente apresentada: a indústria química é a grande fornecedora de matérias-primas para outros segmentos, estando diretamente vinculada ao desenvolvimento do setor industrial do país e também ao desenvolvimento sustentável, por buscar inovação e utilização de tecnologias de baixo carbono.

Ainda, o setor químico é regulado pela política nacional sobre mudança do clima (lei nº

12.187/2009) que, em seu artigo 11, parágrafo único, menciona planos de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas visando à consolidação de uma economia de baixo consumo de carbono para diferentes segmentos, como geração e distribuição de energia elétrica, transporte, indústria de transformação e de bens de consumo duráveis, indústria química, indústria de papel e celulose, mineração, construção civil, serviços de saúde e agropecuária.

O estudo de caso tem como escopo a análise de indústrias químicas no Brasil que realizaram projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) e de duas indústrias químicas nacionais que publicaram seus indicadores de redução de gases de efeito estufa (GEE) em relatórios de sustentabilidade elaborados com base na organização internacional *Global Reporting Initiative* (GRI), ano-base 2016, bem como propostas de novas tecnologias de baixo carbono. Estas indústrias são grandes e com significativa participação no mercado nacional.

O GRI é uma organização reconhecida internacionalmente e define indicadores para mensurar a sustentabilidade. São apresentadas análises comparativas entre estas indústrias no que se refere aos indicadores de emissões de gases de efeito estufa.

A escolha das indústrias levou em consideração os critérios de categorização (SANTOS, 2012) e foram selecionadas por terem elementos com características comuns, a publicação de seu relatório de sustentabilidade (ano de 2016) e ter indicador de redução de emissões de gases de efeito estufa. São empresas de grande porte e representativas em seu segmento.

A análise destas empresas tem o intuito de indicar meios para o setor reduzir suas emissões e auxiliar o Brasil no atendimento de suas NDCs.

São feitas análises das iniciativas do setor químico e suas inovações para manter e até melhorar sua competitividade e, ao mesmo tempo, reduzir suas emissões de gases de efeito estufa.

Para as empresas selecionadas é apresentado um resumo de suas principais operações, a evolução na redução de suas emissões, seus indicadores de GEE e eventuais propostas de alterações de processos e uso de tecnologias de baixo carbono.

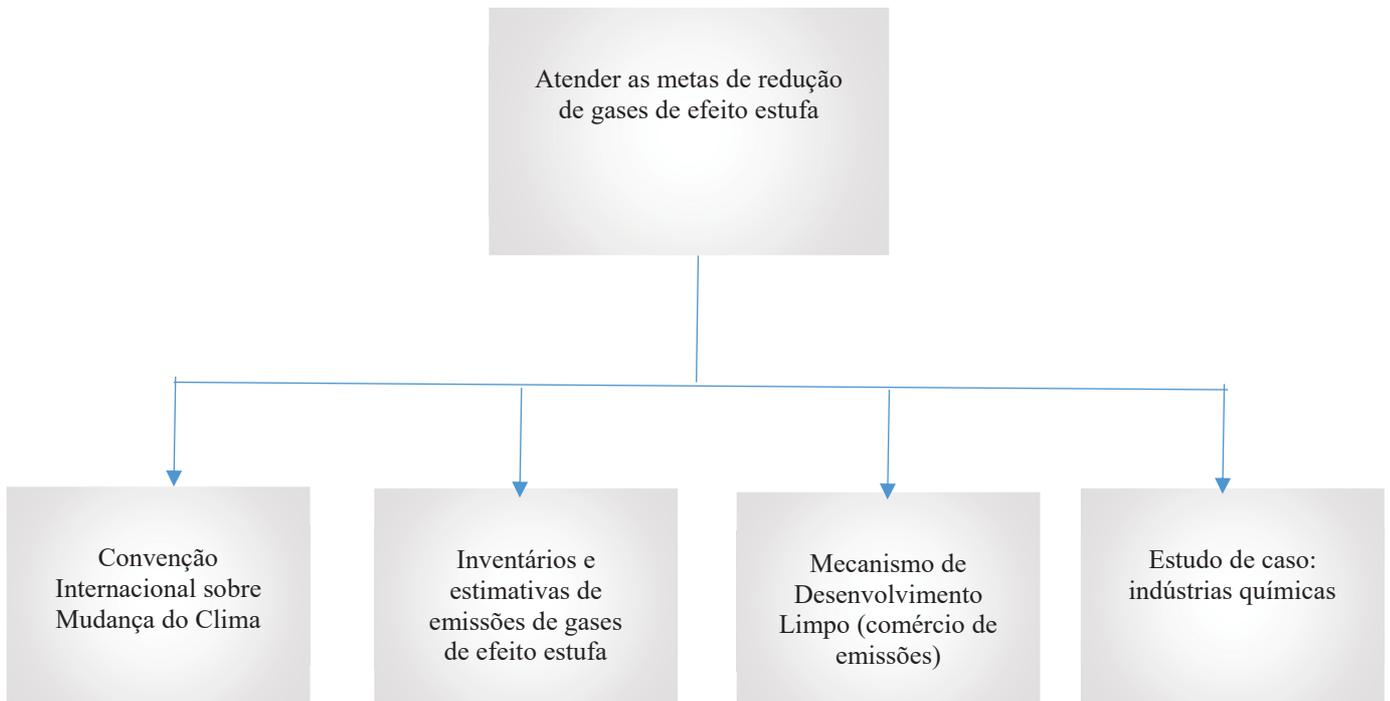
No estudo de caso estão apresentadas as iniciativas do setor químico para reduzir suas emissões de GEE, análise das propostas, avaliação dos indicadores de redução de emissões das indústrias químicas selecionadas, análise comparativa dos indicadores de redução de emissões de GEE das indústrias em estudo.

Definição das principais propostas de redução de emissões de gases de efeito estufa para o setor químico, levando-se em conta: inovações, alterações de processo produtivo, utilização de novas tecnologias de baixo carbono, melhoria nos procedimentos e controles.

Apresentação de propostas de como o setor químico pode diminuir suas emissões de GEE, melhorar seu desempenho e contribuir para que o Brasil atinja suas metas de redução de gases de efeito estufa.

A Figura 2 ilustra a sequência de temas analisados nesta dissertação para responder à questão de pesquisa.

Figura 2 – Sequência de temas para responder a questão de pesquisa e seus desdobramentos



Fonte: A autora.

2 A CONVENÇÃO INTERNACIONAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA

2.1 Panorama climático mundial

O aquecimento global e, conseqüentemente, as mudanças climáticas ocorrem em decorrência do aumento das emissões de gases de efeito estufa.

Entende-se por aquecimento global o aumento gradual e progressivo da temperatura da superfície da Terra, devido principalmente ao efeito estufa e responsável por mudanças nos padrões climáticos globais (Convenção do Clima, 1994).

De acordo com Albuquerque (2012), no IPCC, clima é definido como tempo meteorológico médio ou descrição estatística em termos da média e da variância, de quantidades relevantes e mudanças no tempo meteorológico num período de tempo que vai de meses a milhões de anos. O período de tempo clássico é de 30 anos como definido pela Organização Meteorologia Mundial.

Ainda segundo Albuquerque (2012), para mudança climática há a definição do IPCC: qualquer mudança no clima ao longo do tempo, por variabilidade natural ou consequência de atividade antrópica e a da UNFCCC: qualquer mudança no clima que possa ser atribuída direta ou indiretamente à atividade antrópica que altere a composição atmosférica global e seja adicional à variabilidade climática natural, ambas observadas em um período de tempo comparável.

Os principais responsáveis pelo aquecimento global e, portanto, pelas alterações no clima, são as emissões dos gases de efeito estufa.

Efeito estufa é a captura e acúmulo de calor na atmosfera (troposfera) perto da superfície da Terra. Parte do calor flui de volta para o espaço e é absorvido por gases e, em seguida, é novamente irradiado de volta para a superfície da terrestre. Este efeito é fundamental para a manutenção da vida no planeta. Porém, se as concentrações atmosféricas desses gases aumentar, a temperatura média da atmosfera irá aumentar gradualmente.

Segundo Moura Filho e Michels (2012), o efeito estufa é um fenômeno natural que ocorre no planeta Terra propiciando a existência de vida e se dá na atmosfera terrestre quando um conjunto de gases retêm a radiação proveniente dos raios emitidos pelo Sol.

As alterações no clima ocorrem por diversos motivos. Alguns pesquisadores consideram a oscilação de temperatura como parte de um processo natural ao longo do tempo. Por exemplo Gray (2001) informa que no último século três de quatro modos de medir a temperatura global não indicou aquecimento e o quarto modo mostrou-se inconclusivo. A existência de discordância entre especialistas levou Anderegg e Harold (2010) a calcular, em um relatório, o percentual de cientistas que relegam tal fenômeno, que está na ordem de 5% da comunidade de estudiosos. Os autores também determinaram três tipos de céticos do aquecimento global: aqueles que discutem as imprecisões das medidas ao longo do último século devido aos equipamentos utilizados, contudo tal grupo está diminuindo ao longo dos anos (céticos de tendência ou *trend skeptics*); outro grupo acredita que o aquecimento global não é devido às ações humanas, mas sim a fenômenos de maior escala, como radiação solar, ou que o aquecimento é apenas local, como nas ilhas de calor nas cidades (céticos de atribuição ou *attribution skeptics*); por fim, um terceiro grupo considera que há pouco conhecimento sobre os impactos futuros nos sistemas naturais para definir a intensidade das mudanças e que há impactos positivos no aumento da concentração de CO₂ que não é computado (céticos de impacto ou *impacts skeptics*).

Alexander (2010) relata opiniões de diferentes pesquisadores e, entre eles, o físico Henrik Svensmark que entende que o aquecimento global é decorrência de explosões estelares que ocorrem a milhões de anos-luz de distância da Terra, a partir daí os raios cósmicos têm a capacidade de provocar a formação de nuvens que podem cobrir a superfície da Terra e provocar o resfriamento. Esta relação entre as nuvens e os raios cósmicos é que acarreta o aquecimento global, e não as atividades do ser humano.

Também um grupo composto por dezessete cientistas brasileiros não acredita que o aquecimento global tenha origem em causas antropogênicas (SUGUIO et al, 2012). Em carta aberta enviada à então presidente da república do Brasil, em maio de 2012, apresentam várias considerações, entre elas de que não há evidências físicas para isso, já que as alterações são decorrentes de oscilações naturais do clima e não podem ser atribuídas ao uso dos combustíveis fósseis ou a qualquer outro tipo de atividade vinculada ao desenvolvimento humano.

O grupo também considera que as emissões antropogênicas de carbono não provocam impactos verificáveis no clima global, portanto a agenda da economia de baixo carbono (EBC) se torna desnecessária.

O conceito de economia de baixo carbono surgiu com o Protocolo de Quioto, que recomenda a utilização de mecanismos de flexibilização, como o Mecanismo de

Desenvolvimento Limpo e a implementação conjunta, para controlar e reter as emissões de gases de efeito estufa. Os citados mecanismos auxiliam na redução de emissões de gases de efeito estufa uma vez que geram créditos de carbono, que podem ser negociados no mercado de carbono.

Segundo Santana (2016), a economia de baixo carbono é uma economia com menos emissão de gases de efeito estufa, que produz mais utilizando menos recursos naturais e menos poluição e, ainda remete à tentativa de transformar a questão ambiental em um mercado ou negócio.

A maioria dos pesquisadores, porém, entende que a intensidade de variação de temperatura verificada nos últimos anos é decorrência da atividade humana, principalmente pelo lançamento dos gases de efeito estufa na atmosfera.

Segundo Ribeiro (2002) “a Revolução Industrial é uma referência fundamental na história da Humanidade. A partir dela, passou-se a consumir inicialmente carvão mineral e depois petróleo, em larga escala a ponto de afetar a dinâmica climática do planeta”. A Revolução Industrial é considerada o marco para o início das discussões sobre mudanças do clima, pois a partir dela começou o desenvolvimento dos processos produtivos, que dependiam de maquinário e, portanto, do consumo de combustível, o que traz como consequência, o aumento das emissões dos gases de efeito estufa na Terra.

Este aumento das emissões vem ocorrendo há mais de um século, o que passou a preocupar os diversos países do planeta. França e Gurgel (2013) apontam a evolução da temperatura da superfície terrestre em 0,5°C ao longo dos últimos 100 anos, uma confirmação na relação de causa e efeito entre emissões de gases de efeito estufa e aumento da temperatura”.

Ribeiro (2002) menciona estudos de cientistas do IPCC que comprovam variação positiva da temperatura entre 0,3 e 0,6 graus centígrados por década até o ano de 1990.

Segundo Granziera e Rei (2015, p. 43), a “ação humana provocou a degradação do meio ambiente, desencadeando graves alterações climáticas”, o que alertou os diversos países que optaram pelo estabelecimento de mecanismos e acordos multilaterais para buscar soluções ou pelo menos minimizar os problemas ambientais.

A partir desses estudos surgiu a necessidade de se ter uma instituição específica para tratar das questões do clima e suas alterações, o que culminou com a criação da Convenção – Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, a UNFCCC ou Convenção do Clima, durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, a Rio-92,

sendo uma convenção universal de princípios, reconhecendo a existência de alterações climáticas antropogênicas.

A partir da entrada em vigor da UNFCCC em 1994, as Partes (os países signatários) passaram a se reunir anualmente. São as chamadas Conferências das Partes (CoP).

A CoP é o órgão decisório supremo da Convenção do Clima. Reúne-se em uma sessão global para o estabelecimento e cumprimento dos objetivos de combate às alterações climáticas. Também é a responsável por manter e tentar garantir os esforços internacionais contra a mudança climática (ALBUQUERQUE, 2012); sua junta revisa a implementação da Convenção e examina o compromisso dos países quanto ao atendimento da Convenção.

Uma das tarefas principais da CoP é revisar as Comunicações Nacionais e a submissão dos inventários de GEE. Com essas informações a CoP analisa os efeitos das medidas tomadas pelas Partes e o progresso em atingir o respectivo objetivo da Convenção (UNFCCC, 2012a).

As decisões só podem ser tomadas por unanimidade pelos “Estados Partes” ou por consenso. A Conferência das Partes se reuniu pela primeira vez em 1995 em Berlim, na Alemanha. A partir daí as reuniões passaram a ocorrer em diferentes cidades ao redor do mundo.

2.2 Conferências das Partes e seus resultados

Alguns dos acordos e tratados internacionais importantes para o futuro do planeta foram acordados nas Conferências das Partes.

O Quadro 1, apresenta um resumo das Conferências das Partes já realizadas até o momento e seus principais aspectos e decisões.

Quadro 1 - Cronologia das Conferências das Partes da UNFCCC

CoP	Ano	Local	Aspectos / decisões
1	1995	Berlim Alemanha	Necessidade de definição de limitações quantificáveis e prazos delimitados para encorajar a redução das emissões antrópicas e a identificação de sumidouros ⁶ ; estabelece o ano de 1997 como prazo para as Partes apresentar documento de submissão.
2	1996	Genebra Suíça	Debates pela adoção de metas obrigatórias de redução e mecanismos complementares de redução das emissões.
3	1997	Quioto Japão	Firmado o Protocolo de Quioto, aprovado pelos 159 países presentes. Detalha os pilares centrais do regime climático global internacional. Seu principal objetivo era a redução de emissão de gases de efeito estufa nos países desenvolvidos ⁷ . Estes deveriam reduzir suas emissões em pelo menos 5% em relação aos níveis de emissão do ano de 1990. O protocolo foi fundamentado nos princípios da precaução e das responsabilidades comuns mas diferenciadas e estabeleceu metas obrigatórias de redução de emissão dos GEE e o desenvolvimento de relatórios para contabilização das emissões.
4	1998	Buenos Aires Argentina	Tentativa de implementação e ratificação do Protocolo de Quioto.
5	1999	Bonn Alemanha	Discussão de questões relativas ao uso da terra, mudança de uso da terra e florestas e também da necessidade de capacitar os países em desenvolvimento.
6	2000	Haia Holanda	Negociações suspensas por divergências entre as Partes (Estados Unidos (EUA) e União Europeia). Convocada nova reunião, que ocorreu em Bonn, na qual aconteceu a saída dos EUA por discordar com a inexistência de metas de redução concretas para países em desenvolvimento e acarretando custo elevado do ônus da redução das emissões sem a adoção de mecanismo de flexibilização.
7	2001	Marraxexe Marrocos	Estabelecimento de regras para elaboração de inventário nacional de emissões, normalização de instrumentos de flexibilização e operacionalização do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), medidas de implementação conjunta e o comércio de emissões. Criação de penalidade para as Partes que não cumprissem suas metas (acréscimo de 30% da meta de redução), que seria alocada no período seguinte do protocolo).
8	2002	Nova Délhi Índia	Negociações sem grandes resultados já que sem a presença dos Estados Unidos a entrada em vigor do Protocolo de Quioto estava comprometida. Para passar a valer necessitava de pelo menos 55 dos países desenvolvidos contabilizando pelo menos 55% por cento das emissões totais de GEE, em relação aos níveis de 1990. Aprovadas as Diretrizes para a Elaboração das Comunicações Nacionais das Partes Não Incluídas no Anexo I da Convenção, nestas está incluído o inventário nacional de gases de efeito estufa.

⁶ Sumidouro: vide apêndice A.

⁷ De acordo com o Anexo I da UNFCCC.

9	2003	Milão Itália	Estabelecimento de regras para uso e mudança de uso do solo e florestas e regras para submissão de projetos de florestamento e reflorestamento e obtenção de créditos de carbono ⁸ no âmbito do MDL.
10	2004	Buenos Aires Argentina	Adesão da Rússia ao Protocolo de Quioto, o que permitiu o início de sua vigência para o primeiro período de compromisso, de 2008 a 2012. Aprovação de regras para sua implementação e discussões de termos para o segundo período de compromisso, a partir de 2013.
11	2005	Montreal Canadá	Debates sobre a influência do desmatamento e do uso inadequado da terra nas emissões de GEE; harmonização do desenvolvimento sustentável com as medidas de mitigação e adaptação às mudanças do clima.
12	2006	Nairóbi Quênia	Regulamentação do Fundo de Adaptação e pela proposta de mecanismo flexibilizador, elaborada pelo Brasil, que não foi aprovada na reunião e evoluiu para a criação da redução de emissões por desmatamento e degradação florestal (REED da sigla em inglês).
13	2007	Bali Indonésia	Adesão da Austrália ao Protocolo. Estabelecimento de medidas para combater as mudanças climáticas nos países em desenvolvimento, no que se refere à mitigação, adaptação, financiamento, tecnologia e capacitação. Implementação do Fundo de Adaptação para financiamento de tecnologia limpa nos países em desenvolvimento.
14	2008	Poznan Polônia	Os países em desenvolvimento (não Anexo I) Brasil, África do Sul, Índia e China ⁹ demonstraram interesse em assumir compromissos de redução das emissões, sem que fosse apresentada uma proposta específica.
15	2009	Copenhague Dinamarca	Havia a possibilidade de se aprovar novo acordo para substituir o protocolo, o que não ocorreu. Foi firmado o Acordo de Copenhague, no qual os países, inclusive os em desenvolvimento, apresentaram metas de redução de emissões de GEE. Também se estabeleceu o objetivo de se limitar o aumento de temperatura da superfície da terra em 2°C.
16	2010	Cancun México	Oficializado o objetivo de limitar o aquecimento global a 2°C e reconhecida a necessidade de se considerar, em uma primeira revisão, reduzir a meta de longo prazo, para 1,5°C. Criação do Fundo Climático Verde para implementação e prestação de contas de fundos de longo prazo para apoio a países.
17	2011	Durban África do Sul	Estados Unidos, China e Índia participaram, comprometendo-se a reduzir suas emissões. Canadá, Japão e Rússia discordaram das metas de redução propostas, isentando-se de compromissos formais para este segundo período do Protocolo de Quioto. Firmada a Plataforma de Durban, que estabelece que até 2015 os detalhes dos compromissos para o novo acordo global sejam definidos ou negociados. Proposta a estruturação do Fundo Verde, visando a obtenção de recursos financeiros para subsidiar

⁸ Crédito de carbono: a medida de redução de emissões de GEE foi padronizada em toneladas de carbono equivalente, sigla tCO₂e. Vide apêndice A.

⁹ Com exceção da África do Sul os demais países mencionados são considerados grandes emissores de GEE.

			ações de mitigação e adaptação em países em desenvolvimento.
18	2012	Doha Catar	Prorrogação do Protocolo de Quioto pelo período de 2013 a 2020. Estabelece o compromisso de redução de 18% das emissões para os países desenvolvidos, com base nos níveis de 1990. Firmado acordo para subsidiar as negociações e aprovação de novo documento em 2015, que considere as responsabilidades históricas de cada país, que será equitativo e obrigatório para todas as Partes.
19	2013	Varsóvia Polônia	Fixou o ano de 2015 para que os países apresentem suas contribuições para o novo compromisso. Instituição de mecanismos de adaptação aos efeitos das mudanças do clima. Os países devem realizar consultas nacionais que permitam definir sua capacidade de comprometimento e adoção de metas.
20	2014	Lima Peru	Confirmação de que as Partes devem apresentar sua INDC ¹⁰ até a próxima CoP; todos os países têm de participar, utilizando o princípio das responsabilidades comuns porém diferenciadas, ou seja, aos países desenvolvidos seriam atribuídas responsabilidades maiores das que seriam assumidas pelos países em desenvolvimento.
21	2015	Paris França	Firmado o Acordo de Paris, no qual todos os países concordaram em assumir compromissos para minimizar os efeitos do aquecimento global. Validadas as INDCs que serão a base para a implementação de procedimentos de monitoramento, relato e verificação (MRV), planos de adaptação, mecanismos de mercado e apoio financeiro. Também foi instituído novo mecanismo de mercado para negociação de emissões.
22	2016	Marraquexe Marrocos	<p>Início da definição de planos de ação para a implementação das NDCs e do processo de acompanhamento para promover a comparação entre os esforços efetivos dos países desenvolvidos com base nas suas metas de redução de emissões.</p> <p>Setores de indústria e transporte devem buscar alternativas para reduzir mais suas emissões, como o uso de combustíveis alternativos e tecnologias de baixo carbono. Mais restrições ao setor de energia visando diminuir o uso de centrais a carvão e gás e o aumento da eficiência energética.</p> <p>Operacionalização de mecanismos de mercado e a importância da precificação de carbono como ferramenta para estimular a redução de emissões.</p> <p>Transparência para a verificação de compromissos nacionais: criação de quadro com as informações sobre emissões, adaptação, novas tecnologias e financiamento.</p>

Fonte: Adaptado de Granziera e Rei (2015).

¹⁰ INDC: Pretendida contribuição nacionalmente determinada (sigla em inglês para *intended Nationally Determined Contribution*).

A seguir são apresentados os principais tratados e acordos internacionais negociados e estabelecidos durante as CoPs.

Protocolo de Quioto

Foi adotado na CoP3, em dezembro de 1997, na cidade de Quioto no Japão e entrou em vigor em fevereiro de 2005.

Este protocolo é um marco das questões que envolvem o aquecimento global, pois detalha os pilares centrais do regime climático global internacional e tem como principal objetivo a redução de emissão de gases de efeito estufa nos países industrializados.

São considerados países industrializados (ou desenvolvidos) os que estão listados no Anexo I da Convenção – Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (a UNFCCC ou Convenção do Clima). Como o Protocolo de Quioto dá diretrizes para os países industrializados, utilizam-se em muitos documentos as expressões “países Anexo I” e “países não Anexo I”, estes últimos os demais países que não constam no Anexo I da Convenção.

O protocolo estabelece que países que constam no Anexo I devem reduzir suas emissões em pelo menos 5% em relação aos níveis de emissão de 1990 (artigo 3). Esta redução seria medida e avaliada no período entre os anos de 2008 e 2012, o primeiro período de compromisso do protocolo.

Os princípios que fundamentam o protocolo são o princípio da precaução e o princípio das responsabilidades comuns mas diferenciadas. O princípio da precaução refere-se à falta de certeza científica, considerando que esta falta não pode servir de argumento para se adiar a busca de medidas que visem evitar ameaças de danos ao meio ambiente.

Para Ribeiro (2002), o princípio da responsabilidade comum porém diferenciada está baseado na história e no desenvolvimento de cada país, relacionando o desenvolvimento econômico com o uso de combustível fóssil tanto para a utilização no transporte, como para a geração de energia elétrica. Baseado neste princípio, os países em desenvolvimento, como Brasil e México têm responsabilidade menor já que geraram e emitiram menos emissões de gases de efeito estufa que os países desenvolvidos.

Segundo Granziera e Rei (2015), o princípio das responsabilidades comuns mas diferenciadas é um dos pilares centrais do regime climático global internacional e foi usado para a definição de obrigações comuns, aplicáveis a todos os países signatários, porém com obrigações diferenciadas, aplicáveis particularmente aos países desenvolvidos, listados no Anexo I da Convenção do Clima, que se baseou na responsabilidade histórica das emissões de gases de efeito estufa.

Ainda segundo Granziera e Rei (2015), o princípio das responsabilidades comum mas diferenciadas reúne três critérios importantes: (1º) a responsabilidade de cada país signatário da Convenção do Clima na contribuição proporcional para a redução de emissões de GEE; (2º) a capacidade para se combater o aquecimento global deve ser proporcional à situação interna de cada país levando-se em conta a sua estabilidade política e econômica; e (3º) a necessidade de se garantir esforços para o combate ao aquecimento global, respeitando-se o igual direito ao desenvolvimento.

O Protocolo de Quioto inovou no estabelecimento de compromissos para a redução dos gases de efeito estufa e no sistema de relatórios para países desenvolvidos, além de definir metas obrigatórias de redução de emissão dos GEE.

O Quadro 2 apresenta os GEE e suas principais fontes de emissão.

Quadro 2 – Gases de efeito estufa e principais fontes de emissão

GEE		Principais fontes de emissão
Nome	Fórmula	
Dióxido de carbono	CO ₂	Uso de combustíveis fósseis, deflorestação e alteração dos usos do solo.
Metano	CH ₄	Produção e consumo de energia (incluindo biomassa), atividades agrícolas, aterros sanitários e águas residuais.
Óxido nitroso	N ₂ O	Uso de fertilizantes, produção de ácidos e queima de biomassa e de combustíveis fósseis.
Hexafluoreto de enxofre	SF ₆	Indústria de refrigeração, aerossóis, propulsores, espumas expandidas e solventes.
Hidrofluorcarbonos	HFCs	Indústria de refrigeração, aerossóis, propulsores, espumas expandidas e solventes.
Perfluorcarbonos	PFCs	Indústria de refrigeração, aerossóis, propulsores, espumas expandidas e solventes.
Trifluoreto de nitrogênio	NF ₃	Indústria de semicondutores e fotovoltaica.

Fonte: Adaptado de Albuquerque (2012).

Para o cumprimento das metas de redução, foram propostos mecanismos de flexibilização e de negociação de emissões de GEE. São três mecanismos, a implementação conjunta (IC), o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) e o comércio de emissões (CE). Na ocasião de criação destes, eram os países desenvolvidos que tinham obrigatoriedade de reduzir suas emissões, assim estes mecanismos serviram para auxiliar tais países a atingirem suas metas.

Detalha-se aqui o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, que é um instrumento de comércio de emissões aplicável a todos os países signatários da Convenção do Clima. A implementação conjunta trata da compensação das emissões somente entre países desenvolvidos.

Por meio do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo os países desenvolvidos podem adquirir as emissões geradas pelos países em desenvolvimento, com base em critérios definidos e aprovados pela UNFCCC e assim, cumprir com seus compromissos de redução de GEE.

O comércio de emissões envolve o cumprimento das metas de redução e possibilita que os países industrializados negociem suas emissões entre si. Um país que reduziu suas emissões com baixo custo passa a ter incentivos para reduzir ainda mais, podendo comercializar a diferença entre sua redução de emissão e sua meta com os países que tenham dificuldade de redução de emissão.

Segundo Neto (2015) é permitido o uso de mecanismos de flexibilização para facilitar o cumprimento das metas de redução dos países desenvolvidos. O MDL é um dos mecanismos que se destaca pois possibilita que projetos realizados em países em desenvolvimento possam ser utilizados para deduzir parte das emissões dos países desenvolvidos. (Anexo I da Convenção do Clima).

Para viabilizar os mecanismos de negociação foram criados diversos procedimentos e regras para a comercialização dos créditos de carbono. Este conceito é adotado mundialmente. Entende-se por crédito de carbono a medida de redução de emissões de GEE padronizada em toneladas de carbono equivalente, sigla tCO_{2e}. Cada tonelada de CO_{2e} equivale a um crédito de carbono.

Os projetos de mercado de carbono geram um crédito referente à redução de GEE. Os países do Anexo I (da Convenção do Clima) podem utilizar as reduções certificadas de emissões resultantes destas atividades de projetos, para contribuir com o cumprimento de parte dos compromissos quantificados de limitação e redução de emissões (Protocolo de Quioto, 3.b).

Na CoP18, foi definido o segundo período de compromisso do Protocolo de Quioto, válido de 2013 a 2020, instituído pela chamada “Emenda de Doha ao Protocolo de Quioto”. Assim os mecanismos de flexibilização previstos no referido Protocolo continuam a valer até 2020. A evolução do MDL, o mecanismo aplicável aos países em desenvolvimento, está apresentada no Capítulo 4.

Acordo de Copenhague

Na CoP15, em Copenhague no ano de 2009, foi ratificado o compromisso de se limitar o aumento de temperatura média global da superfície terrestre em 2°C em relação aos níveis pré-industriais. Também nesta conferência deu-se a motivação para que cada país definisse e adotasse metas de redução de emissão de gases de efeito estufa.

Plataforma de Durban

Acordada na CoP17. Estabelece que os detalhes dos compromissos para o novo acordo global fossem firmados até o ano de 2015, na conferência de Paris, sendo que estes serão válidos a partir do ano de 2020.

Este compromisso foi acordado entre representantes de quase 200 países, inclusive os Estados Unidos e a China, as principais potências poluidoras de gases de efeito estufa (Marques, 2012). As negociações avançaram para a criação de um sistema capaz de permitir pagamentos a países que reduzam suas emissões de GEE evitando desmatamentos. Também foram estabelecidos detalhes sobre como as nações vão calcular suas emissões e teve início discussões sobre o funcionamento deste sistema.

Também houve evolução na negociação de um fundo climático verde, com a intenção de ajudar os países pobres no combate ao aquecimento global, bem como a utilização do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo para projetos que estocagem de carbono capturado da atmosfera.

Emenda de Doha ao Protocolo de Quioto

Detalha ações para o segundo período de compromisso do Protocolo de Quioto, válido de 2013 a 2020. Durante este período os países desenvolvidos listados no Anexo B deste protocolo deverão cumprir metas quantificadas de redução de emissões. Destaca-se que estas metas serão definidas pelas Partes, não havendo uma base ou parâmetro comum¹¹.

Nesta CoP também se definiu a necessidade de manter a revisão anual dos inventários de emissões de gases de efeito estufa dos países desenvolvidos.

Chamado de Lima para a Ação Climática

Firmado em 2014 apresenta ações para as futuras negociações que seriam acordadas na CoP21 e obrigatórias a todas as Partes. Destaca-se o estabelecimento de medidas que impeçam a elevação da temperatura da terra além de 2°C até o final deste século, a redução de emissões, em especial as devidas ao desmatamento, inovações nas indústrias, investimentos em energias renováveis e outros instrumentos relevantes. Foi definido que as novas metas de redução das emissões, que serão estabelecidas pelos países, envolveriam apenas medidas de mitigação (os dados sobre adaptação poderiam ser incluídos, sem ser uma exigência).

O documento determina ainda que os países descrevam de forma clara as suas pretendidas contribuições nacionalmente determinadas (INDC), com os objetivos propostos em nível nacional e como estes contribuem para manter o aquecimento global abaixo dos 2°C, levando-se em consideração o princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas.

Não ficou claro no Chamado de Lima quanto, quando e como os países irão reduzir suas emissões nem o que pode ser incluído no termo contribuições, como quantidade de redução, mitigação, esforços de adaptação, apoio financeiro e outros.

¹¹ Na aprovação do Protocolo de Quioto em 1997 as metas eram comuns aos países desenvolvidos (redução de pelo menos 5% em relação aos níveis de 1990).

Acordo de Paris

A CoP21 foi considerada uma conferência histórica pois, pela primeira vez, foi firmado um acordo em que todos os países signatários da Convenção do Clima concordaram em assumir compromissos para minimizar os efeitos do aquecimento do planeta.

O objetivo de longo prazo é estabilizar a temperatura da Terra abaixo de 2°C, com o empenho de se limitar a 1,5°C até o final deste século e aumentar a capacidade de adaptação à economia de baixo carbono.

Os países estabeleceram metas voluntárias de redução de emissão de gases de efeito estufa (NDC da sigla em inglês) levando-se em consideração a diferenciação entre países mais e menos desenvolvidos, ou seja, será seguido o princípio das responsabilidades comuns porém diferenciadas. As NDCs serão a base para a implementação de procedimentos de monitoramento, relato e verificação (o chamado MRV), planos de adaptação, mecanismos de mercado e apoio financeiro.

As metas devem passar por revisão a cada 5 anos, atendendo ao princípio da progressividade (não podem diminuir, somente aumentar). Os países em desenvolvimento vão reportar o cumprimento das suas metas a cada dois anos.

Foi criado um novo mecanismo de mercado, que deve considerar os mecanismos já existentes, como o MDL. O grande diferencial é que este é válido para todos os países (desenvolvidos e em desenvolvimento). Seu principal objetivo é promover a mitigação, permitindo que as reduções de emissões de GEE de um país sejam utilizadas no próprio país ou por outros para que se chegue ao cumprimento das metas estabelecidas.

2.3. Histórico do mercado de emissões de gases de efeito estufa

De acordo com Godoy e Macchione (2015), mercado de carbono¹² é um conjunto de diversas transações, pelas quais os volumes de redução de emissões de GEE são comercializados. Estes mercados podem se diferenciar conforme o tamanho, forma e regulamentações.

O Protocolo de Quioto inovou no estabelecimento de compromissos para a redução dos gases de efeito estufa e no sistema de relatórios de emissões. Foram criados mecanismos de negociação e mercado de emissões de GEE ou mercado de carbono.

Os três mecanismos de flexibilização estabelecidos neste protocolo foram fundamentais para que os países desenvolvidos atingissem suas metas de redução de emissões de GEE.

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), instituído pelo artigo 12 do Protocolo de Quioto, foi muito utilizado nos países de dimensões continentais, China, Índia e Brasil. Seu objetivo é assistir aos países em desenvolvimento para que atinjam o desenvolvimento sustentável e contribuam para o objetivo final da Convenção do Clima, o de evitar o aquecimento global, e também auxiliar os países desenvolvidos (as Partes incluídas no Anexo I da referida Convenção) para que cumpram seus compromissos quantificados de limitação e redução de emissões, com a utilização das reduções certificadas de emissões, resultantes de atividades de projetos das Partes não incluídas no Anexo I.

O MDL estabeleceu vários escopos setoriais, entre eles o de indústria de energia, indústrias químicas e manuseio e disposição de resíduos¹³.

O governo brasileiro investiu na promoção do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, em especial nos setores de energia, por ter uma matriz energética limpa, já que em sua grande maioria as usinas geradoras de energia são hidrelétricas, e resíduos, por ser um país com grandes áreas e muitos aterros sanitários.

Segundo Granziera e Rei (2015), o Brasil é considerado um dos países com maior poder de negociação de potenciais créditos de carbono. A China e a Índia são os que mais aprovaram

¹² Padronizou-se usar o termo “carbono” para se referir ao conjunto de gases de efeito estufa. Assim fala-se em economia de baixo carbono e mercado de carbono, conceitos que abrangem todos os GEE e para os quais é aplicada a unidade tonelada de carbono equivalente. (tCO₂e).

¹³ <http://cdm.unfccc.int/Projects/projsearch.html>.

estes projetos, pois a maior parte de sua fonte de energia vem da queima de carvão, que é considerado bastante impactante ao meio ambiente.

A CoP8, ocorrida em Nova Délhi, normatizou os instrumentos de flexibilização, estabelecendo regras operacionais do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, medidas de implementação conjunta e o comércio de emissões.

As reduções de emissões resultantes de cada atividade de projeto do MDL devem ser certificadas por entidades operacionais designadas (EOD) que são qualificadas pela Conferência das Partes, com base em: (a) participação voluntária aprovada por cada Parte envolvida; (b) benefícios reais, mensuráveis e de longo prazo relacionados com a mitigação da mudança do clima, e (c) reduções de emissões que sejam adicionais as que ocorreriam na ausência da atividade certificada de projeto (Protocolo de Quioto, 12.5).

A Conferência das Partes elaborou modalidades e procedimentos com o objetivo de assegurar transparência, eficiência e prestação de contas das atividades de projetos por meio de auditorias e verificações independentes. (Protocolo de Quioto, 7).

Os países desenvolvidos passaram a comprar créditos dos países em desenvolvimento. Foram criados vários procedimentos e regras e, durante o primeiro período de compromisso do protocolo, de 2008 a 2012, esta comercialização foi frequente e o crédito bastante valorizado. O Capítulo 4 apresenta a evolução da utilização do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.

Segundo Godoy e Macchione (2015), no início do MDL o mercado europeu surgiu com o objetivo de ajudar os países a cumprirem suas metas estabelecidas pelo Protocolo de Quioto. Os autores consideram que o “mercado de carbono” é um conjunto de várias transações, pelas quais os volumes de redução de emissões de GEE são negociados, e estes mercados diferem em tamanho, forma e regulamentações. Ainda, os autores entendem que as emissões de gases de efeito estufa são um exemplo de externalidade negativa, pois provoca danos a terceiros, mesmo que não sejam responsáveis pelas emissões e o direito de emissão de GEE deveria ser tratado como direito de propriedade.

2.4 As metas de redução de gases de efeito estufa

Também chamadas de contribuições nacionalmente determinadas e conhecidas pela sigla NDC (*nationally determined contribution*). São as metas voluntárias de redução de emissões estabelecidas pelos países signatários da Convenção do Clima¹⁴.

No decorrer da CoP21 em dezembro de 2015 as metas foram validadas. Assim deixaram de ser pretendidas e passaram a ser contribuições nacionalmente determinadas, sigla NDC.

As metas de redução de gases de efeito estufa do Brasil

Como mencionado na Introdução, acima, em 27 de setembro de 2015 o governo brasileiro anunciou a pretendida contribuição nacionalmente determinada (INDC) do Brasil. A meta é reduzir em 37% as emissões de gases de efeito estufa até 2025, considerando os níveis de 2005. A maioria dos países signatários da Convenção do Clima também apresentou suas metas. Algumas são absolutas, como o Brasil, outras relativas, vinculando suas metas a outros fatores, como variações do produto interno bruto e índices econômicos.

As pretendidas contribuições nacionalmente determinadas do Brasil foram apresentadas durante a Cúpula das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável, realizada em Nova Iorque, nos Estados Unidos da América em 2015.

A seguir são colocados os pontos principais da meta de redução brasileira (REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL, Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada, 2015). Seu escopo é amplo e inclui mitigação, adaptação e meios de implementação.

Quanto ao tipo, a meta é absoluta em relação a um ano-base (foram considerados os níveis de emissão do ano de 2005). Quanto à abrangência a meta é válida em todo o território nacional, para o conjunto da economia, incluindo todos os gases de efeito estufa. Os meios de implementação das NDCs não estão condicionados a apoio internacional, mas abertas a este apoio.

¹⁴ O Apêndice B apresenta resumo com os principais tópicos da NDC brasileira.

A métrica é o potencial de aquecimento global em 100 anos (GWP-100), de acordo com o quinto relatório de avaliação do IPCC (também conhecido por AR, sigla em inglês para *Assessment Report*).

As métricas permitem comparar o potencial dos diferentes gases de efeito estufa (REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL, Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada, 2015). É feito um cálculo a partir da contribuição efetiva de cada gás na superfície terrestre, levando em conta seu peso molecular, seu tempo médio de permanência na atmosfera e seu efeito de aquecimento cumulativo.

No segundo relatório de avaliação do IPCC (1995) foram definidas as métricas para contabilização e relato das emissões de gases de efeito estufa. São adotadas as seguintes métricas: (a) o potencial de aquecimento global, também conhecido pela sigla em inglês GWP, para *Global Potential Warming*; (b) dióxido de carbono equivalente (sigla tCO₂e ou tCO₂eq); e (c) potencial de temperatura global, GTP, sigla em inglês para *Global Temperature Potential*.

Os conceitos abaixo foram estabelecidos no segundo relatório de avaliação do IPCC.

Potencial de Aquecimento Global (GWP)

O dióxido de carbono (CO₂) é o gás de efeito estufa de referência e seu GWP tem o valor igual a 1. A partir deste valor, o GWP estima a contribuição relativa de cada gás de efeito estufa para o aquecimento global, em relação à mesma quantidade do CO₂, o gás de referência. Esta métrica permite calcular quanto uma molécula de cada um dos GEE aquece a Terra, em relação ao tempo em que estes permanecem no ar antes de serem quebrados ou absorvidos.

Dióxido de Carbono Equivalente (sigla tCO₂e ou tCO₂eq)

É a medida de referência internacional para o cálculo e comparação das emissões dos gases de efeito estufa em um horizonte de tempo determinado. É o resultado da multiplicação das toneladas emitidas do GEE pelo seu potencial de aquecimento global.

O dióxido de carbono não tem um tempo de vida específico por estar num ciclo contínuo com a atmosfera, os oceanos, a biosfera terrestre. Cerca de metade do CO₂ emitido para a atmosfera é eliminado numa escala de tempo de 30 anos, outros 30% ao longo de poucos séculos e os 20% restantes ficam na atmosfera durante milhares de anos. O tempo de vida do metano (CH₄) e do óxido nitroso (N₂O) incorporam efeitos indiretos da emissão de cada gás em seu próprio tempo de vida. Os perfluorcarbonos (PFCs) e o hexafluoreto de enxofre (SF₆) têm moléculas muito duradouras e suas emissões contribuem para elevar a temperatura do clima em escalas temporais podendo superar os 1000 anos.

Potencial de Temperatura Global (GTP)

O GTP é um índice que permite comparar as emissões dos gases de efeito estufa por meio de suas contribuições para a mudança na temperatura média na superfície terrestre em um determinado período de tempo futuro. Expressa a real contribuição dos diferentes GEE para a mudança do clima.

A INDC brasileira determina, como contribuição ao combate ao aquecimento global reduzir suas emissões 37% abaixo dos níveis de 2005 até 2025. A estimativa e contabilização das emissões de gases de efeito estufa baseiam-se em inventários de acordo com a diretrizes do IPCC.

A “Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada” (REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL, 2015) mantém a posição favorável do país à utilização de mecanismos de mercado e enfatiza que transferências de resultados de mitigação em território brasileiro estão sujeitas ao consentimento prévio e formal do governo federal.

A decisão que formaliza a necessidade de que cada país estabeleça suas metas de redução refere-se somente à mitigação, mas a adaptação poderia ser incluída (Chamado de Lima para a Ação Climática, CoP20). O Brasil também definiu ações para a adaptação, pois considera que este é um elemento fundamental para se enfrentar a mudança climática e seus efeitos e propõe a implementação de políticas e medidas de adaptação para a criação de resiliência de populações, ecossistemas e infraestrutura para reduzir as vulnerabilidades.

A INDC do Brasil propõe a cooperação e prioridades aos países em desenvolvimento (REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL, 2015), ou seja, o fortalecimento das iniciativas Sul – Sul. Esta iniciativa promove a solidariedade entre países em desenvolvimento, por meio de um modelo de cooperação horizontal. Proporciona o intercâmbio de informações e a elaboração conjunta de estratégias e planos de ação, em apoio à transformação rumo a um desenvolvimento de baixo carbono e resiliente à mudança do clima.

A “Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada” (REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL, 2015) menciona, ainda, que a meta proposta pelo Brasil corresponde a uma redução estimada de 66% em termos de emissões de GEE por unidade do produto interno bruto (PIB) e que no período de 2004 a 2012, o PIB do Brasil aumentou 32% enquanto que as emissões de GEE diminuíram em 52%, desvinculando o crescimento econômico do aumento de emissões.

Costa (2016) aponta que Brasil se encontra entre os dez maiores países emissores de GEE, apresentando emissões que oscilam entre 3 a 7%, das emissões globais, sendo o maior emissor da América Latina e Caribe. O autor pondera que a dinâmica das emissões brasileiras pode ser dividida em quatro fases: entre os anos de 1990 e 1997, as emissões totais no Brasil cresceram em um ritmo maior que as emissões globais; no período seguinte, entre 1998 e 2004, as emissões cresceram num ritmo similar ao das emissões globais, e; após 2005, elas apresentam uma forte redução enquanto no resto do mundo elas crescem.

O quarto período se forma após 2009 coincidindo com o lançamento da política nacional sobre mudança do clima (PNMC, lei nº 12.187/09). Ainda de acordo com Costa (2016), o Brasil reduziu suas emissões de GEE em mais de 41% (GWP-100), entre 2005 e 2012, representando a maior redução obtida por qualquer país até o momento.

Segundo o quinto relatório de avaliação do IPCC, os cenários globais consistentes que podem manter a variação de temperatura abaixo de 2°C são caracterizados, *inter alia*, por: uso sustentável da bioenergia; medidas em grande escala no setor de mudança do uso da terra e florestas; e quase quadruplicar a participação de fontes de energia sem emissão ou com baixo nível de emissões de carbono na matriz energética mundial até 2050.

A INDC menciona que o Brasil já possui bons programas de biocombustíveis, inclusive a cogeração de energia elétrica a partir da biomassa, bem como reduziu as emissões por desmatamento, principalmente na Amazônia brasileira, entre os anos de 2004 a 2014 em aproximadamente 82%.

Além do acima, o Brasil pretende adotar medidas adicionais consistentes com a indicação da Convenção do Clima de se restringir o aumento da temperatura do planeta em até 2°C até o final do século, quais sejam: aumentar a participação da bioenergia sustentável na matriz energética brasileira e o uso de energias de fontes renováveis (o Brasil já utiliza predominantemente fonte de energia limpa, a hidrelétrica), bem como alcançar 10% de ganho em eficiência no setor elétrico (REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL, Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada, 2015).

Para a área florestal e de mudança do uso da terra está previsto o fortalecimento de políticas e medidas que minimizem o desmatamento e aumentem a escala de sistemas de manejo sustentável de florestas nativas.

Para o setor industrial, a NDC do Brasil pretende promover novos padrões de tecnologia limpa e ampliar medidas de eficiência energética e de infraestrutura de baixo carbono.

O setor químico brasileiro tem um papel fundamental para que o Brasil atinja suas metas de redução de gases de efeito estufa, pois é altamente dependente de tecnologias complexas, o que pode significar possibilidade de desenvolvimento de tecnologias limpas. Além disso, é a indústria química que fornece as matérias-primas para vários outros segmentos produtivos, proporcionando ações em cadeia que podem chegar à diminuição da geração de GEE nos demais setores industriais.

As metas de redução de gases de efeito estufa de países grandes emissores

A UNFCCC desenvolveu metodologia para coleta, compilação e relatos das emissões de gases de efeito estufa¹⁵.

Foram selecionados cinco países para apresentação das metas de redução de gases de efeito estufa. Estes são grandes emissores de acordo com os inventários de emissão de gases de efeito estufa publicados no site da UNFCCC. São três países desenvolvidos, Estados Unidos da América (EUA), Japão e Rússia e dois em desenvolvimento, China e Índia.

¹⁵ <http://unfccc.int/resource/docs/2017/sbi/eng/18.pdf>, países desenvolvidos e <http://unfccc.int/resource/docs/2005/sbi/eng/18a02.pdf>, para países em desenvolvimento.

Para Viola e Franchini (2013) existem três categorias de potências climáticas: as superpotências, China, Estados Unidos e União Europeia, as grandes potências Brasil, Coreia do Sul, Índia, Japão e Rússia e potências médias. Segundo os autores, estas categorias dependem do nível de governança do país em relação às mudanças climáticas.

Para o desenvolvimento deste trabalho, optou-se pela análise de NDCs de países (e não de conjunto destes, como a União Europeia) e foram definidos cinco países, além do Brasil. Os seis países estão nas superpotências e grandes potências, conforme o critério de Viola e Franchini (2013) descrito acima.

Os dados mais recentes de emissões para os países desenvolvidos são do ano de 2015. De acordo com o relatório anual da UNFCCC, neste ano (2015), os Estados Unidos da América emitiram 6.586.655 ktCO₂e¹⁶, a Rússia 2.651.212 ktCO₂e e o Japão 1.322.568 ktCO₂e.

Para os países em desenvolvimento, os dados disponíveis no site da UNFCCC são do ano de 2005. A China, país emitiu 3.649.827 ktCO₂e e a Índia 1.228.540 ktCO₂e.

Os valores das emissões de GEE e as metas de redução dos países estão apresentados apenas com o intuito de se verificar as tendências de redução de emissões de gases de efeito estufa e os percentuais e critérios das contribuições nacionalmente determinadas dos países grandes emissores de GEE.

Metas de redução de emissões dos três países desenvolvidos selecionados.

Estados Unidos da América

Os Estados Unidos da América haviam estabelecido como meta reduzir suas emissões de GEE entre 26 e 28% abaixo em relação ao nível de 2005 até 2025 e fazer os melhores esforços para reduzir suas emissões em 28%. Meta absoluta e aplicável a toda a economia.

Em julho de 2017 o presidente dos EUA, Donald Trump, declarou publicamente que não iria prosseguir com o compromisso assumido no Acordo de Paris pelo seu antecessor.

¹⁶ Kt é a sigla para 1.000 toneladas.

Japão

Reduzir suas emissões em 26% até o ano fiscal de 2030 em comparação ao ano de 2013, ou 25,4% em relação ao ano de 2005 para todos setores da economia. Meta absoluta e aplicável a toda a economia.

Rússia

Limitar os gases de efeito estufa antropogênicos entre 70 a 75% em relação aos níveis de 1990 até o ano de 2030, sujeito ao máximo possível de contabilização da capacidade de absorção das florestas. Meta absoluta e aplicável a toda a economia.

Metas de redução dos dois países em desenvolvimento selecionados

China

Reduzir as emissões de GEE por unidade de produto interno bruto (PIB) em 60% a 65% em relação ao nível de 2005; aumentar a participação de combustíveis não fósseis no consumo de energia primária para cerca de 20%; e aumentar o volume de estoque da floresta em cerca de 4,5 bilhões de metros cúbicos. Meta relativa, já que está vinculada ao PIB.

Índia

Reduzir a intensidade das emissões de seu PIB em 33 a 35 % até 2030, em relação ao nível de 2005. Meta relativa, já que está vinculada ao PIB.

A Tabela 1 apresenta as metas de redução dos países selecionados.

Tabela 1 – Metas de redução dos países (NDC)

País	NDC	Tipo
Brasil	37% em relação ao nível de 2005 até 2025	Absoluta
China	60% a 65% em relação a ao nível de 2005 Vinculada ao PIB	Relativa
Estados Unidos da América	26 e 28% em relação ao nível de 2005 até 2025	Absoluta
Índia	33 a 35 % em relação ao nível de 2005 até 2030 Vinculada ao PIB	Relativa
Japão	26% em relação ao nível de 2013 até 2030 ou 25,4% em relação ao nível de 2005	Absoluta
Rússia	70 a 75% em relação ao nível de 1990 até 2030	Absoluta

Fonte: A autora.

Pela Tabela 1 observa-se que os três países desenvolvidos e o Brasil estabeleceram metas absolutas. Os outros dois países em desenvolvimento em análise vincularam suas NDCs ao produto interno bruto. Percebe-se também que a meta do Brasil está entre as mais ambiciosas, já que a da China está associada ao PIB e a da Rússia remete seu percentual ao ano de 1990.

Este capítulo abordou os principais temas de negociações ocorridas entre as Conferências das Partes da Convenção do Clima, a evolução do mercado de carbono e as metas de redução dos países grandes emissores de gases de efeito estufa. O capítulo a seguir caracteriza o setor industrial químico em níveis mundial e nacional e, ainda, apresenta a política climática do Brasil e seus desdobramentos, como o Plano Indústria.

3 O SETOR INDUSTRIAL QUÍMICO E O PLANO INDÚSTRIA

A indústria tem um papel fundamental para a evolução da economia de baixo carbono. Este setor pode inovar e desenvolver novas tecnologias e processos que emitam menos gases de efeito estufa mantendo a competitividade e o progresso do país.

Segundo Henriques Jr. (2010), o setor industrial teve um início tardio e somente a partir da década de 1950 entrou na agenda política e econômica do país. E no período de 1950 a 1980, o produto industrial cresceu com taxas médias anuais elevadas. Em 1980 a indústria chegou a uma estrutura mais completa e compatível com os padrões internacionais. Neste ano o setor químico em conjunto com o setor de metal-mecânica representavam em torno de 60% do produto total da indústria.

O relatório anual da UNFCCC (2017), com os dados nacionais de inventário de gases de efeito estufa para o período 1990 – 2015, aponta a evolução das emissões para os países desenvolvidos e também apresenta informações por setor. Setores considerados: energia, processos industriais e de uso de produtos, agricultura e resíduos. Para todos estes setores houve decréscimo aproximado de 1,3% de emissões de GEE.

Ainda de acordo com o relatório anual da UNFCCC (2017), a maior redução relativa de emissões, 21,2%, ocorreu nas indústrias de manufatura e construção.

De acordo com a Confederação Nacional da Indústria (CNI) (2017), entidade que representa o setor produtivo do Brasil, a indústria está se organizando na busca de soluções para compatibilizar o aumento da produção industrial com o uso adequado de recursos naturais.

Ainda segundo CNI (2017), as mudanças climáticas podem apresentar riscos às operações industriais. É essencial que os empresários conheçam os impactos oriundos dessas alterações do clima para tomar decisões que minimizem seus riscos e buscar novos processos menos impactantes.

O setor industrial busca inovações e tecnologias para, cada vez mais, atuar numa economia de baixo carbono.

A indústria química é bastante diversificada e utiliza diferentes processos que, a partir de reações químicas, formam novas substâncias. Estas reações podem sintetizar produtos a partir de matérias-primas oriundas da mineração e agricultura e baseiam-se em propriedades

como a solubilidade e a carga iônica. As matérias-primas deste setor podem ser separadas em dois grandes grupos, produtos químicos orgânicos e produtos químicos inorgânicos.

Por ser bem diversificado, este setor é o fornecedor de matérias-primas para outros segmentos da cadeia produtiva.

De acordo com Henriques Jr. (2010)

o setor químico tem uma grande diversidade de produtos, que podem apresentar processos produtivos bastante complexos, como os da petroquímica, como também processos simples, como a produção de alguns sais inorgânicos e de gases industriais. A indústria química no Brasil situa-se entre as dez maiores do mundo, onde a liderança é dos EUA, seguidos da China e do Japão (HENRIQUES JR., 2010, p. 56).

Tanto em nível mundial como no Brasil, a indústria química vem trabalhando com o intuito de melhorar sua eficiência energética e reduzir suas emissões. Desde a década de 1990 o setor adota internacionalmente o *Responsible Care*, no Brasil denominado Atuação Responsável, um programa de melhoria contínua para a área de meio ambiente e segurança do trabalho que prevê, entre várias iniciativas, a transparência e comunicação dos potenciais riscos da produção de produtos químicos.

O Conselho Internacional de Associações Químicas, ICCA, sigla em inglês para *International Council of Chemical Associations* realiza estudos e apresenta as inovações do setor.

Segundo o ICCA¹⁷ e pela sua abrangência, a química é a espinha dorsal de produtos e tecnologias eficientes em energia que ajudam a permitir um futuro mais sustentável. Mais de 95% de todos os produtos manufaturados têm origem na indústria química. O setor é um grande fornecedor de matérias-primas e produtos tanto para outras indústrias químicas como para diversos outros segmentos industriais.

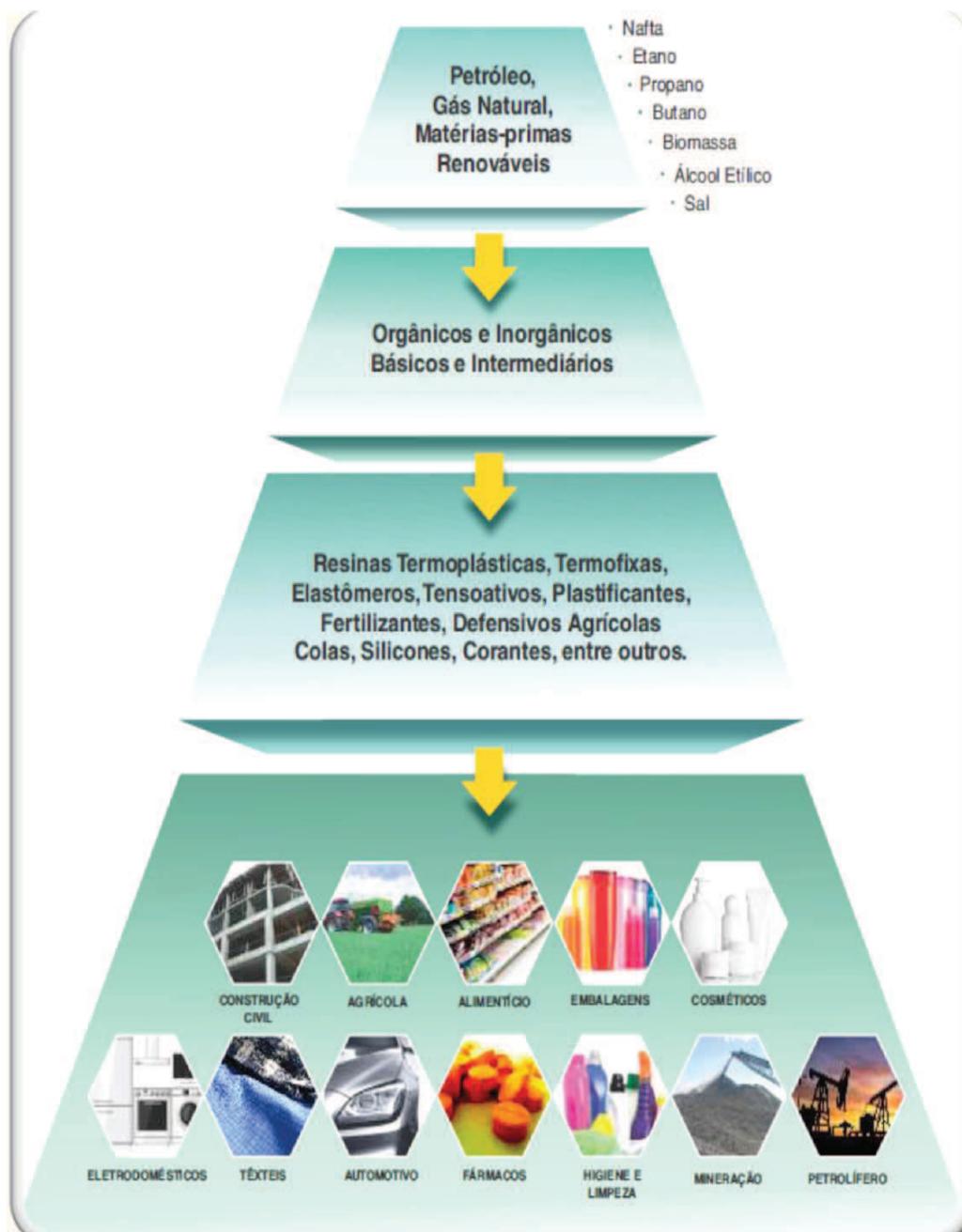
Por este motivo a indústria química tem um caráter estratégico uma vez que seus produtos são fundamentais para diversas atividades como o tratamento de água para consumo humano, defensivos agrícolas, construção civil, produção de alimentos, produtos farmacêuticos e de cosméticos.

A entidade que representa o setor no Brasil é a Associação Brasileira da Indústria Química (Abiquim). Dentre suas atividades estão a elaboração de estudos e estatísticas.

¹⁷ <https://www.icca-chem.org>

A Figura 3 apresenta a abrangência da indústria química, a partir dos combustíveis fósseis até a utilização final de seus produtos.

Figura 3 – A abrangência da indústria química



Fonte: Entraves logísticos do setor químico, Abiquim (2016).

Por sua abrangência pode-se dizer que a indústria tem um papel fundamental e relevante em nível mundial. O aumento da produção das indústrias químicas incentiva os demais segmentos a também produzir mais, criando um efeito em cadeia.

Para cada vez mais minimizar suas emissões, a indústria química mundial vem desenvolvendo vários roteiros de tecnologia energética e ferramentas de avaliação do ciclo de vida, obtendo ganhos em eficiência energética e reduzindo as pegadas ambientais de suas operações.

No Brasil, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) é a entidade responsável pela classificação e enquadramento de atividades econômicas (CNAE). A versão mais recente, a 2.0, traz a seguinte hierarquia para a fabricação de produtos químicos: seção C, indústrias de transformação, divisão 20, fabricação de produtos químicos.

Esta divisão abrange a transformação de matérias-primas orgânicas ou inorgânicas pela utilização de processos químicos, a formulação de produtos bem como a produção de fertilizantes, gases industriais, defensivos agrícolas, resinas, fibras, desinfestantes domissanitários, produtos de limpeza e perfumaria, tintas, explosivos e outros produtos químicos, além da fabricação de produtos petroquímicos básicos e intermediários.

O Quadro 3 apresenta os grupos da divisão 20 da seção indústrias de transformação.

Quadro 3 – Fabricação de produtos químicos e suas categorias

Categoria	Tipo de fabricação
201	Fabricação de produtos químicos inorgânicos
202	Fabricação de produtos químicos orgânicos
203	Fabricação de resinas e elastômeros
204	Fabricação de fibras artificiais e sintéticas
205	Fabricação de defensivos agrícolas e desinfestantes domissanitários
206	Fabricação de sabões, detergentes, produtos de limpeza, cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal
207	Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes, lacas e produtos afins
209 ¹⁸	Fabricação de produtos e preparados químicos diversos

Fonte: Adaptado de IBGE (2017).

A Abiquim enquadra os produtos químicos quanto ao uso: produtos químicos de uso industrial e produtos químicos de uso final, como pode ser visto no Quadro 4.

¹⁸ Não há categoria 208.

Quadro 4 – Classificação dos produtos químicos e aplicabilidade

Produtos químicos	Uso
Produtos químicos de uso industrial	Produtos inorgânicos Produtos orgânicos Resinas e elastômeros Produtos e preparados químicos diversos.
Produtos químicos de uso final	Produtos farmacêuticos Fertilizantes Higiene pessoal, perfumaria e cosméticos Produtos de limpeza e afins Defensivos agrícolas Tintas, esmaltes e vernizes Fibras artificiais e sintéticas

Fonte: Adaptado de Abiquim (2017).

Ainda segundo Abiquim (2017), a indústria química brasileira é a sexta maior do mundo e seu faturamento no ano de 2016 foi de 113,5 bilhões de dólares. Destes, 54,9% são do subsetor produtos químicos de uso industrial. Os produtos químicos têm a terceira maior participação no PIB industrial. No ano de 2015 a indústria química no Brasil empregou dois milhões profissionais, entre diretos e indiretos (ABIQUIM, 2015).

Pelo exposto percebe-se a importância do setor químico para o desenvolvimento da indústria brasileira, considerando a economia de baixo carbono.

A inovação deste segmento é constante e está presente em outros importantes setores, como automobilístico, construção civil, agricultura (fertilizantes e defensivos agrícolas), cosméticos e higiene pessoal (ABIQUIM, 2015). O setor vem atuando na busca de novas tecnologias e inovações para ampliar sua competitividade e reduzindo suas emissões de gases de efeito estufa. No Capítulo 6 é apresentado estudo de caso que detalha as ações para a redução de GEE em duas indústrias químicas brasileiras.

O Brasil é considerado pela UNFCCC um país proativo nas discussões climáticas já que desde o início da Convenção assume posicionamentos e desafios favoráveis ao combate do aquecimento global.

Um exemplo foi a adoção de metas de redução de emissões de GEE em 2009, ocasião em que somente os países desenvolvidos tinham obrigatoriedade de fazê-lo. Estas primeiras

metas foram apresentadas na política nacional de mudança do clima (PNMC), lei nº 12.187, de 29/12/2009.

A PNMC também instituiu o plano setorial de reduções de emissão da indústria, também chamado de Plano Indústria.

O parágrafo único do artigo 11 da PNMC estabelece

planos setoriais de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas visando à consolidação de uma economia de baixo consumo de carbono, na geração e distribuição de energia elétrica, no transporte público urbano e nos sistemas modais de transporte interestadual de cargas e passageiros, na indústria de transformação e na de bens de consumo duráveis, nas indústrias químicas fina e de base, na indústria de papel e celulose, na mineração, na indústria da construção civil, nos serviços de saúde e na agropecuária, com vistas em atender metas gradativas de redução de emissões antrópicas quantificáveis e verificáveis, considerando as especificidades de cada setor, inclusive por meio do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.

Para a indústria, são considerados regulados os setores mencionados neste parágrafo ou, especificamente as indústrias de alumínio, cimento, vidro, papel e celulose, siderurgia e química.

Segundo o Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC), este plano representa um compromisso da sociedade brasileira, incluindo os setores público e privado, para a promoção do desenvolvimento sustentável.

O Plano Indústria visa preparar o setor produtivo brasileiro para um cenário futuro, no qual prevalece a indústria de baixo carbono, ou seja, a produtividade-carbono, equivale à intensidade de emissões de gases de efeito estufa por unidade de produto, que será um indicador fundamental para definir a competitividade internacional da economia.

Para se chegar a este cenário serão criados sistemas de gestão de emissões de gases de efeito estufa da atividade industrial como ferramenta de melhoria da competitividade. Cabe ressaltar que uma das ferramentas mais importantes para o gerenciamento de emissões é a elaboração de inventários de gases de efeito estufa e sua verificação por uma terceira parte, que estão detalhados no Capítulo 3.

O Plano Indústria foi desenhado considerando três pilares: 1) a implantação gradual de um sistema de medição, relato e verificação (MRV) das emissões de gases de efeito estufa da atividade industrial, com a institucionalização dos inventários de emissões de todas as empresas dos setores abrangidos pelo plano; 2) a elaboração de um plano de ação com as medidas e

instrumentos de incentivo à redução de emissões e 3) a criação de uma Comissão Técnica do Plano Indústria – CTPIn¹⁹, com o objetivo de desenvolver e monitorar ações, que conta com integrantes do governo, indústria, sociedade civil e academia.

O Plano Indústria teve seu escopo ampliado para levar em consideração esforços, iniciativas e ações que visam consolidar as estratégias de adaptação às mudanças climáticas para o setores de indústria e mineração do Plano Nacional de Adaptação às Mudanças Climáticas (PNA). Assim, o Plano conta com cinco eixos de atuação: gestão de carbono, reciclagem e coprocessamento, eficiência energética e cogeração, ações voluntárias de mitigação e tecnologias de baixo carbono.

O Anexo A apresenta síntese com as ações do Plano Indústria conforme o eixo de atuação.

Em maio de 2017 o MDIC substituiu a CTPIn foi pelo Comitê Técnico da Indústria de Baixo Carbono (CTIBC).

Desde a operacionalização da CTPIn e, posteriormente do CTIBC, a indústria vem se organizando para a implementação de medidas que visem reduzir suas emissões de gases de efeito estufa sem perder a competitividade, ou seja, vem se preparando para ser indústria de baixo carbono (CNI, 2017).

O Plano Indústria tem abrangência nacional e atua junto às iniciativas estaduais e municipais sobre o aquecimento global, por meio de articulação com outras políticas públicas, como a de eficiência energética e a de resíduos sólidos.

Além da política nacional, alguns estados do Brasil promulgaram suas políticas de mudanças do clima. Entre eles: São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo, Rio Grande do Sul, Paraná, Santa Catarina, Goiás, Tocantins, Bahia, Paraíba, Pernambuco, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Acre e Amazonas.

Este capítulo tratou da abrangência e da importância do setor industrial químico na cadeia produtiva e de como o mesmo está inserido na política climática do país.

¹⁹ A CTPIn foi instituída pela Portaria Interministerial do MDIC e MMA nº 207, do 24/08/2012.

4 OS INVENTÁRIOS E AS ESTIMATIVAS DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA

Este capítulo tem o objetivo de apresentar uma evolução das negociações referentes aos inventários de emissões de gases de efeito estufa. É discutida a conceituação e forma de contabilização e relato para se chegar aos resultados dos inventários, em nível internacional e nacional.

No Brasil, o MCTIC publica periodicamente as “Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil”. A elaboração destas estimativas está prevista no decreto nº 7.390, de 9/12/2010, que regulamenta artigos da lei nº 12.187, que instituiu a política nacional sobre mudança do clima.

O artigo 11 do referido decreto prevê que estas estimativas estejam em formato apropriado para facilitar o entendimento por parte dos segmentos da sociedade interessados. O parágrafo único deste artigo designa o Ministério da Ciência e Tecnologia, Inovações e Comunicações – MCTIC como o órgão responsável para elaborar as estimativas, bem como por aprimorar a metodologia de cálculo da projeção de emissões.

Ainda segundo o decreto nº 7.390/2010, os setores para projeção das estimativas foram divididos em: energia, processos industriais, agropecuária, mudança de uso da terra e florestas e tratamento de resíduos. O setor químico faz parte de processos industriais.

O MCTIC prepara também as Comunicações Nacionais do Brasil à Convenção do Clima, que inclui o inventário nacional.

Além das iniciativas governamentais, é apresentado neste capítulo outras organizações que publicam inventários e estimativas de emissões de gases de efeito estufa, o Programa Brasileiro GHG Protocol e o Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa.

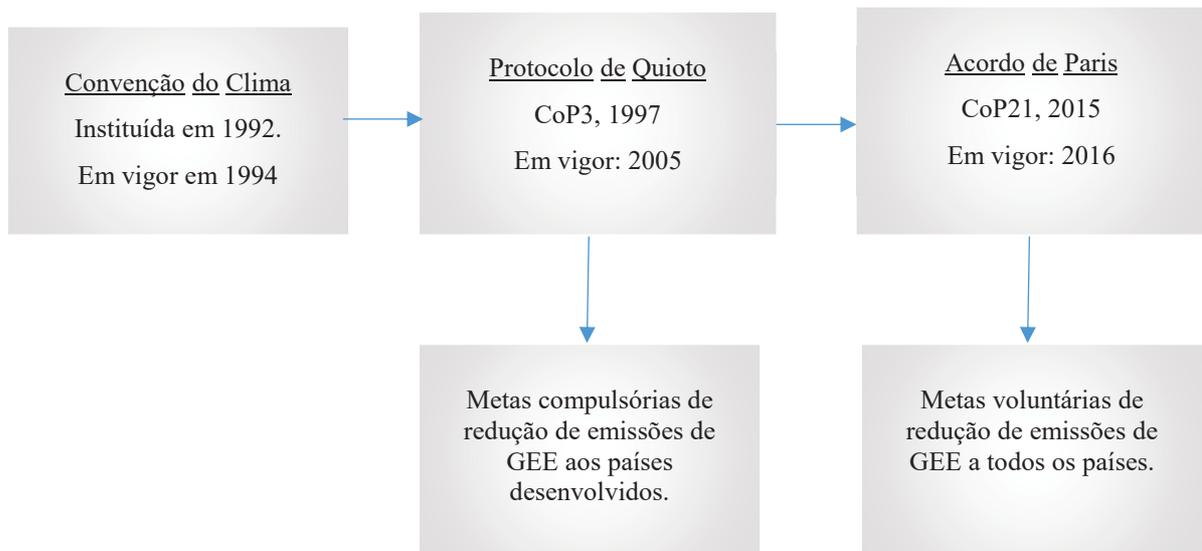
Os principais documentos e referências utilizados, além dos artigos científicos, são os relatórios e documentos públicos disponíveis nos sites das instituições envolvidas com os inventários e as estimativas de emissões: Convenção do Clima (unfccc.int) e Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (www.mctic.gov.br), Programa Brasileiro GHG Protocol (www.ghgprotocolbrasil.com.br) e Observatório do Clima (seeg.eco.br).

4.1 O avanço das negociações nas Conferências das Partes

É nas Conferências das Partes que os países negociam e apresentam propostas para minimizar os efeitos do aquecimento global.

As reuniões anuais apresentam várias iniciativas e propostas de acordos e ocorrem desde 1995. Nestes 21 anos²⁰ pode-se considerar dois grandes marcos, o Protocolo de Quioto e o Acordo de Paris. A Figura 4 ilustra a evolução destes dois marcos, no que se refere aos relatos de emissões de gases de efeito estufa.

Figura 4 – Evolução negociações nas Conferências das Partes



Fonte: A autora

O Protocolo de Quioto foi instituído na CoP3, tendo como objetivo principal a redução das emissões de gases de efeito estufa dos países industrializados no percentual de, no mínimo, 5,2% abaixo dos níveis registrados em 1990. Para tanto, foram estabelecidas metas compulsórias de redução de emissões de GEE.

Já o Acordo de Paris, de 2015, estabeleceu as metas voluntárias para todos os países membros da UNFCCC.

²⁰ Análise vai até o final do ano de 2016 (vide Método).

A proposta de se ter metas voluntárias surgiu pois alguns países desenvolvidos deixaram de fazer parte do protocolo e também pela iniciativa de países em desenvolvimento de terem metas.

A Convenção do Clima foi concebida para ter um caráter normativo, porém com um regime aberto, permitindo que seu conteúdo seja construído em reuniões periódicas entre seus membros (GRANZIERA e REI, 2015). Por ser um regime aberto, os países podem sair de acordos e tratados, caso considerem que estes não sejam interessantes para o seu desenvolvimento.

Por ser uma Convenção internacional, é necessário haver um tempo para que os países internamente estudem o assunto e ratifiquem as decisões. Além disso, para as decisões da UNFCCC passarem a valer deve haver a adesão de pelo menos 55 países e a contabilização de um mínimo de 55% das emissões totais de GEE.

Este tempo longo desde seu estabelecimento também deveu-se ao fato de alguns países desenvolvidos e grandes emissores de GEE decidirem por não participar. Os Estados Unidos da América oficializaram esta posição na CoP6, realizada no ano 2000. A alegação foi a discordância em não haver obrigatoriedade de metas de redução para os países em desenvolvimento, o que viria a gerar um custo elevado em alternativas de minimização aos países do Anexo I.

Assim, o Protocolo de Quioto atingiu estas condições no ano de 2004 com a adesão da Rússia, entrando em vigor no ano de 2005. Seu primeiro período de compromisso foi de 2008 a 2012. Estando o protocolo em vigor, as discussões passaram a ser sobre a sua implementação e operacionalização. A CoP7 foi marcada pelo estabelecimento de regras para comércio de emissões e para os inventários de emissão de gases de efeito estufa. Nesta CoP também foi instituída penalidade para as Partes que não cumprissem suas metas.

As discussões continuaram a evoluir e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo passou a ser utilizado em especial pelos grandes países em desenvolvimento, como China, Índia, Brasil e México (vide Capítulo 5), visto que os países desenvolvidos, em especial os da União Europeia, comercializavam os créditos de carbono para chegar às suas metas de redução.

Na CoP14 os países em desenvolvimento (os chamados de “não Anexo I” pela Convenção do Clima) Brasil, África do Sul, Índia e China demonstraram interesse em assumir compromissos de redução das emissões, sem que fosse apresentada uma proposta específica.

Como o Protocolo de Quioto seria válido até 2012, as reuniões anuais passaram a debater também a implementação de novos compromissos, que entrariam em vigor a partir de 2013.

Na época da CoP15, havia a expectativa de consenso para um novo acordo, o que não aconteceu. A grande decisão desta CoP foi o objetivo de se limitar o aumento de temperatura da superfície da terra em 2°C até o final deste século XXI. Para tanto, na CoP seguinte, no México, foi criado o Fundo Climático Verde para implementação e prestação de contas para apoio aos países.

Nesta ocasião passaram a ocorrer várias discordâncias entre os países desenvolvidos, já que estes tinham o compromisso de atender às metas de redução, caso contrário estava prevista penalidades pela Convenção do Clima, sendo que os Estados Unidos, por não terem aderido, continuavam a produzir, sem controlar suas emissões e sem penalização.

Em 2011 os países desenvolvidos, EUA, Rússia, Japão e Canadá, participaram da conferência (CoP17, em Durban), comprometendo-se a reduzir suas emissões porém sem assumir compromissos formais para o segundo período de compromisso do Protocolo de Quioto, do ano de 2013 até 2020, por discordarem das metas propostas.

Pela evolução das discussões e negociações apresentadas fica clara a necessidade de se reformular o formato de um eventual novo acordo global. Questões de adaptação às mudanças climáticas entraram nas pautas e foi tomada a decisão de que, até 2015, os compromissos para este novo acordo sejam apresentados.

Torna-se evidente que metas somente aos países desenvolvidos não seriam suficientes para os novos compromissos globais e chega-se às pretendidas contribuições nacionalmente determinadas (INDC). Todos os países devem propor suas metas de redução.

Com isso, todos os países participam e devem periodicamente apresentar relatórios para a comprovação de que esforços estão sendo feitos para se atingir suas metas.

Em 2015, durante a CoP21, o Acordo de Paris foi aprovado e as INDCs foram validadas, passando a ser as metas formais de redução de cada país signatário da Convenção do Clima. Como no caso do Protocolo de Quioto, seria necessária a adesão de 55 de países para sua entrada em vigor, que, conjuntamente, emitissem pelo menos 55% do total das emissões mundiais de GEE.

Ao contrário do que ocorreu após a aprovação do Protocolo de Quioto, o Acordo de Paris contou com a rápida ratificação da maioria dos países. E o acordo entrou em vigor em novembro de 2016. O Brasil adotou oficialmente este acordo em 05/06/2017, por meio do decreto nº 9.073, que promulga o Acordo de Paris sob a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, celebrado em Paris, em 12 de dezembro de 2015, e firmado em Nova Iorque, em 22 de abril de 2016.

Este processo reforça a importância da questão climática em nível mundial, bem como o maior comprometimento dos países nas negociações que visam evitar o aquecimento global. Já durante a CoP21, em 2015, a totalidade dos países membros da UNFCCC haviam se comprometido em aderir ao novo acordo, inclusive os Estados Unidos da América. Em julho de 2017 o presidente Donald Trump optou por sair do acordo. Como a implementação e operacionalização está prevista para o ano de 2020, espera-se que os EUA retomem a discussão e voltem a participar do acordo.

O Brasil participa ativamente das discussões e propõe alternativas de mitigação e adaptação. Mesmo sem a obrigatoriedade de ter metas de redução, por ser um país em desenvolvimento, comprometeu-se a reduzir suas emissões de GEE e formalizou esta iniciativa na CoP15 (FRANÇA e GURGEL, 2013).

Desde que passou a contabilizar suas emissões de gases de efeito estufa, o país tem apresentado significativa redução (vide seção 4.2). Segundo Costa (2016), até 2012, o Brasil foi o país com maior percentual de redução de emissões.

Outro fato que aponta para participação do Brasil é estar entre os três países que mais registraram projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo no mundo (UNFCCC - ANNUAL REPORT ..., 2016).

4.2 Evolução dos inventários de gases de efeito estufa

A forma de monitorar, verificar e relatar (MRV) é tema recorrente nas Conferências das Partes. Na CoP3, que aconteceu no Japão em 1997, foi estabelecido o Protocolo de Quioto e neste está previsto que os países desenvolvidos devem assegurar que suas emissões gases de efeito estufa, expressas em dióxido de carbono equivalente, não excedam suas quantidades

atribuídas, calculadas em conformidade com seus compromissos quantificados de limitação e redução (Protocolo de Quioto, artigo 3). No artigo 7 do mesmo protocolo está previsto o inventário anual de emissões de GEE e no artigo 10 (a) a necessidade de programas nacionais e regionais, quando for o caso, para melhorar a contabilização e utilização de metodologias comparáveis.

Na CoP7, realizada no ano de 2001 em Marraquexe, foram definidas regras para elaboração de inventário nacional de emissões. Já na CoP14, que ocorreu na cidade de Poznan, na Polônia em 2008, os países em desenvolvimento Brasil, África do Sul, Índia e China formalizaram seu interesse em assumir compromissos de redução das emissões. Neste sentido o Brasil, em 2009 promulgou sua política nacional sobre mudança do clima.

Na CoP15, em Copenhague no ano de 2009, foi ratificado o compromisso de se limitar o aumento de temperatura média global da superfície terrestre em 2°C em relação aos níveis pré-industriais. Também nesta conferência deu-se a motivação para que cada país definisse e adotasse metas de redução de emissão de gases de efeito estufa (NDC). Os inventários de emissão de gases de efeito estufa têm um papel fundamental na medição e estudos de comparação das NDCs.

O tema está regulamentado pela Convenção do Clima que estabelece, nos artigos 4 e 12 que os países signatários devem submeter seus inventários nacionais de emissões de gases de efeito estufa. Estes são elaborados de acordo com as diretrizes da UNFCCC para relato de inventários. Os países desenvolvidos (Anexo I) devem enviar seus dados anualmente e os países em desenvolvimento (não Anexo I) encaminhar as comunicações nacionais.

As comunicações nacionais são instrumentos requeridos pela Convenção que incluem a divulgação de diversas iniciativas no combate ao aquecimento global. As informações relatadas e submetidas à UNFCCC contêm estimativas das emissões dos gases de efeito estufa.

Para se contabilizar e posteriormente divulgar os resultados, é necessário converter as emissões à unidade padrão, o dióxido de carbono equivalente (CO₂e). Chega-se à esta unidade utilizando-se a métrica do potencial de aquecimento global (GWP). O GWP considera a influência dos gases na transformação do balanço energético na Terra. Para tanto, é feita ponderação dos valores dos demais gases, conforme valores do IPCC.

A versão mais recente dos valores do potencial de aquecimento global é a apresentada no quinto relatório de avaliação (AR5), de 2013, porém as instituições que fazem contabilização e relato utilizam os valores do segundo relatório (AR2) ou do quarto relatório (AR4). O CO₂,

por ser o valor de referência, tem o GWP igual a 1. O óxido nitroso (N₂O), gás produzido pela indústria química tinha o valor de 310 no AR2, este valor diminuiu para 298 no AR4 e chegou a 265 no AR5. Já o metano (CH₄), também gerado em alguns processos da indústria química, tinha o valor 21 no AR2, 25 no AR4 aumentando para 28 no AR5.

Além do GWP, para se calcular as emissões de GEE é necessário conhecer o fator de emissão (FE), que

permite que as emissões de GEE sejam estimadas a partir de uma unidade disponível de dados de atividade (por exemplo, toneladas de combustível consumido, toneladas de produção produzida) (ESPECIFICAÇÕES DO PROGRAMA GHG PROTOCOL, 2011, p.70).

A UNFCCC publica periodicamente relatórios com as emissões de GEE separadas por países Anexo I e não Anexo I. O ano-base é 1990 e a versão mais recente disponível no site da Convenção apresenta os dados até o ano de 2015.

A Tabela 2 apresenta um resumo das emissões no período (1990 a 2015) para os países desenvolvidos (Anexo I da Convenção do Clima).

Tabela 2 - Quantidade de emissões de GEE para países desenvolvidos, 1990 - 2015

Emissões de GEE (em KtCO₂e)	1990	2000	2015
Sem considerar o setor de mudança do uso da terra e floresta	18.161.342	17.166.702	16.170.987
Considerando o setor mudança do uso da terra e floresta	17.089.145	15.561.251	14.414.479

Fonte: Adaptado de UNFCCC – National greenhouse gas inventory data for the period 1990–2015 (2017).

Percebe-se que já está havendo uma tendência de redução de emissões no decorrer dos anos. A partir da década de 1990 começaram a ser estudadas e implantadas ações para o combate ao aquecimento global e os números da tabela acima apontam para uma continuidade na diminuição de geração de gases de efeito estufa.

Como os países em desenvolvimento ainda não têm o caráter obrigatório de enviar seus relatórios de emissão de gases de efeito, a UNFCCC não consolida os dados; estão disponíveis os valores de 153 países, entre estes os que mais emitem, como China, Índia e Brasil.

Estes são considerados grandes emissores pela quantidade de emissões contabilizadas e relatadas à UNFCCC.

A partir do compromisso dos países desenvolvidos em relatar suas emissões à Convenção do Clima, algumas instituições passaram a estruturar e padronizar inventários de emissão e forma de relato e verificação.

A mais conhecida é a *Greenhouse Gas Protocol*, criado originalmente pelo *World Resources Institute* (WRI) em 1998, que desenvolveu padrões, guias e ferramentas para o gerenciamento e quantificação das emissões de gases de efeito estufa. Diversos países, inclusive o Brasil, criaram seus programas de relato com base nas diretrizes desta organização.

A ISO, organização internacional de normalização, que tem o objetivo principal de criar normas nos mais diversos setores, também aprovou normas referentes aos inventários de GEE.

O Quadro 5 apresenta as normas ISO relacionadas aos gases de efeito estufa e seus inventários.

Quadro 5 – Normas ISO sobre gases de efeito estufa, relatórios e inventários

Norma nº	Título
14.064 -1	Gases de efeito estufa – Parte 1: Especificação e orientação a organizações para quantificação e elaboração de relatórios de emissões e remoções de gases de efeito estufa.
14.064-2	Gases de efeito estufa – Parte 2: Especificação e orientação a projetos para quantificação, monitoramento e elaboração de relatórios das reduções de emissões ou da melhoria das remoções de gases de efeito estufa.
14.064-3	Gases de efeito estufa – Parte 3: Especificação e orientação para a validação e verificação de declarações relativas a gases de efeito estufa.
14.065	Gases de efeito estufa – Requisitos para organismos de validação e verificação de gases de efeito estufa para uso em acreditação e outras formas de reconhecimento.
14.066	Gases de efeito estufa - Requisitos de competência para equipes de validação e equipes de verificação de gases de efeito estufa
14.067	Gases de efeito estufa – Pegada de carbono de produtos – Requisitos e orientações sobre quantificação e comunicação.

Fonte: A autora

O Brasil publica periodicamente seu inventário nacional de emissões e também as estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa, ambos discutidos nas próximas seções deste documento.

O inventário está previsto na Convenção do Clima e as estimativas no decreto nº 7.390/2010, que regulamenta artigos da lei que instituiu a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC.

4.3 Inventários e estimativas de emissões de gases de efeito estufa do Brasil

A base para se conhecer e propor medidas de mitigação aos efeitos do aquecimento global é o conhecimento das emissões de gases de efeito estufa, já que estes têm a propriedade de dificultar a saída da radiação solar para a atmosfera.

Como já tratado neste trabalho em seções anteriores, o Protocolo de Quioto, estabeleceu metas de redução de emissões de GEE aos países desenvolvidos. Foi instituído o ano de 1990 como o ano-base para as estimativas de emissões.

Para se atender suas metas é necessário que os países conheçam e contabilizem suas emissões. A UNFCCC implementou um sistema para a coleta e o relato das emissões, para que todos os países usassem o mesmo critério e este fosse passível de comparações e estudos. Daí a importância dos inventários de emissões dos gases de efeito estufa.

Além de ser um debate recorrente nas negociações nas conferências anuais sobre mudanças do clima, os inventários de emissão de GEE estão previstos em diversas iniciativas, tanto regulatórias como voluntárias.

O Brasil promulgou a lei nº 12.187 em 29/12/2009, que institui a política nacional sobre mudança do clima (PNMC). O artigo 6º estabelece os instrumentos da PNMC e, entre estes estão os inventários de emissões de GEE (alínea XIII).

O decreto nº 7.390, de 09/12/2010 regulamenta artigos da lei que instituiu a PNMC e prevê a publicação das “Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil”. Estas são organizadas pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC).

Além da lei federal, alguns dos estados que criaram suas políticas de mudanças do clima também estabeleceram a elaboração dos inventários de emissões de GEE, como São Paulo, lei nº 13.798/2009, Rio de Janeiro, lei nº 5.690, de 14/04/2010, que prevê, inclusive, a verificação por terceira parte e Minas Gerais, decreto nº 45.229, de 03/12/2009, que também regula o registro público voluntário das emissões anuais de gases de efeito estufa de empreendimentos no estado.

Como iniciativa voluntária no Brasil tem-se o Programa Brasileiro GHG Protocol, no qual as instituições informam anualmente suas emissões baseadas em um modelo de inventário.

Com o Acordo de Paris, os países signatários se comprometeram a estabelecer suas metas de redução de emissões de GEE. Todos os países, desenvolvidos e em desenvolvimento, devem implementar e propor medidas e ações para atingir suas metas.

As Partes devem submeter periodicamente relatórios sobre o cumprimento das metas. O objetivo de longo prazo é aumentar a capacidade de adaptação à economia de baixo carbono e manter o estabelecido na Conferência de Copenhague (CoP15), ou seja, estabilizar a temperatura da terra abaixo de 2°C até o final deste século.

Para tanto, será necessário implementar procedimentos de monitoramento, relato e verificação (MRV), planos de adaptação, mecanismos de mercado de emissões e apoio financeiro. Os inventários de emissão de gases de efeito estufa são a base para o relato e monitoramento. A partir dos inventários e de sua verificação por uma terceira parte, para validar os dados, será possível conhecer e atuar para a redução de emissões de GEE.

Segundo Santos (2016, p. 26),

o passo inicial para adoção de uma estratégia de redução de emissões de GEE deve ser dado na direção de investir em métodos pelos quais se conheça o nível de emissões. Devem ser identificadas oportunidades de redução e as instituições devem se preparar para o cumprimento de regulamentações que determinam a restrição de emissões. Esses regulamentos, acordos, como o assinado na COP21, podem fazer as expectativas se tornarem realidade.

Ainda segundo Santos (2016), as organizações estão se estruturando e se mobilizando para atender a nova economia de baixo carbono, estando então mais preocupadas com a medição, monitoramento, relato e avaliação das suas emissões de GEE. Por este motivo a decisão de mensurar as emissões de GEE configura-se uma tendência mundial.

Em âmbito internacional, percebe-se que cresce o número de organizações que adotam ações de redução de emissões de GEE e empreendem esforços para evidenciar essas ações aos seus *stakeholders*, pela quantificação dos dados e relato por meio dos inventários de GEE.

4.3.1 As Comunicações Nacionais do Brasil à Convenção do Clima

As comunicações nacionais foram estabelecidas no artigo 12 da Convenção do Clima (UNFCCC, 12.1) e são aplicáveis a todos os países signatários, levando-se em consideração o princípio das responsabilidades comuns mas diferenciadas. Nestas são mencionados os avanços das Partes no atendimento aos compromissos assumidos junto às Conferências das Partes na elaboração e atualização dos inventários nacionais de emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouros de todos os gases de efeito estufa, informações sobre o estágio das políticas públicas referentes à mitigação e adaptação, bem como os avanços da modelagem regional à mudança do clima.

O Brasil publicou em 2016 a Terceira Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (TCN). Nesta comunicação, além do inventário, estão incluídos estudos e metodologias para o gerenciamento de riscos e vulnerabilidades à mudança do clima, que podem ser considerados subsídios para os planos nacionais de mitigação e adaptação às alterações climáticas, bem como às políticas públicas referentes ao desenvolvimento sustentável.

Assim pode-se considerar que a comunicação nacional é uma ferramenta importante e fundamental para o cumprimento das obrigações do Brasil junto à UNFCCC. Nesta Terceira Comunicação foram introduzidas novas abordagens metodológicas que visam garantir a melhoria contínua dos dados apresentados (TERCEIRA COMUNICAÇÃO ..., 2016).

O Protocolo de Quioto corrobora as comunicações nacionais. O artigo 10 reforça que todas as Partes, “levando-se em conta suas responsabilidades comuns mas diferenciadas e suas prioridades de desenvolvimento, objetivos e circunstâncias específicos, nacionais e regionais”, devem avançar na implementação de seus compromissos, na formulação de programas nacionais, na preparação e atualização periódica dos inventários de emissões de gases de efeito estufa, empregando metodologias comparáveis.

Cabe ressaltar a importância de metodologias comparáveis, para que os dados possam ser utilizados em estatísticas nos próprios países e com os demais membros da convenção.

O Acordo de Paris também dá ênfase à comunicação de informações de forma transparente e precisa que pode servir de estímulo à adoção de medidas eficazes e implementação de ações de mitigação e adaptação visando facilitar o desenvolvimento, a disseminação e aplicação de tecnologias, o acesso ao financiamento climático e à

conscientização pública (Acordo de Paris, 11.1).

Ainda pelo Acordo de Paris as comunicações nacionais foram estabelecidas visando promover a confiança mútua entre as Partes e fortalecer a transparência e a flexibilidade aos países em desenvolvimento. São feitas sob a forma de relatórios de atualização e avaliação que são passíveis de consulta e análise internacionais. (Acordo de Paris, 13).

As informações são fornecidas periodicamente e devem ter o seguinte conteúdo: (a) relatório do inventário nacional de emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouros de gases de efeito estufa, utilizando-se metodologias aceitas pelo Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima e acordadas pela Conferência das Partes; (b) acompanhar o progresso obtido na implementação e execução da contribuição nacionalmente determinada.

Algumas considerações quanto ao inventário e às estimativas.

Quanto ao significado geral foi consultado o dicionário Michaelis²¹, que conta com as seguintes definições:

Inventário: elaboração minuciosa, registro, relação, rol (além de definições jurídicas).

Estimativa: 1) cálculo aproximado de algo; 2) julgamento ou parecer, fundado nas evidências ou dados disponíveis, sobre uma pessoa ou situação; conjectura, opinião, suposição

Pelo exposto, o entendimento é de que o inventário tem um grau de confiabilidade maior do que as estimativas.

A norma ABNT NBR ISO 14064-1 (2007) define inventário de gases de efeito estufa como fontes de GEE, sumidouros de GEE, emissões e remoções de GEE de uma organização.

Neste trabalho optou-se por apresentar e analisar os valores numéricos das Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil 3ª edição, por conterem informações mais recentes. Tanto o inventário nacional como as estimativas de emissão são publicadas pelo MCTIC, porém estas últimas estão atualizadas até o ano de 2014 enquanto o inventário nacional vai até 2010. Em ambos a base de dados é a mesma.

²¹ <http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/>

Para evitar a duplicidade na contabilização, o IPCC recomenda considerar para o setor processos industriais, as emissões ocorridas nas transformações químicas ou físicas de materiais²².

Para os dados setoriais são utilizados documentos das respectivas entidades de classe. Para a indústria química as informações são fornecidas pela Abiquim (TERCEIRA COMUNICAÇÃO ..., 2016).

4.3.2 O inventário nacional de emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouros de gases de efeito estufa

Na CoP8 foram aprovadas as Diretrizes para a Elaboração das Comunicações Nacionais das Partes Não Incluídas no Anexo I da Convenção. Nestas comunicações estão incluídas a elaboração e a atualização periódica do Inventário Nacional de Emissões Antrópicas por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa (Inventário Nacional).

A Terceira Comunicação Nacional do Brasil (2016) publicou o Inventário Nacional para o período de 1990 a 2010. Este foi organizado de acordo com a estrutura sugerida pelo IPCC, contabilizando as emissões e as remoções antrópicas de gases de efeito estufa e foi dividido nos setores: energia, processos industriais, uso de solventes e outros produtos, agropecuária, tratamento de resíduos e uso da terra, mudança do uso da terra e florestas. As remoções de GEE ocorrem no último setor citado devido ao manejo de áreas protegidas, reflorestamento, abandono de terras manejadas e aumento de estoque de carbono nos solos.

O setor processos industriais foi dividido nos subsetores: indústria química, produção de metais, produtos minerais, produção e utilização de HFCs, PFCs e SF₆ e outros usos não energéticos de combustíveis. As emissões referem-se aos processos produtivos das indústrias e ao consumo não energético, o que inclui matéria-prima e uso combustíveis, porém exclui a queima de combustível para a geração de energia, que já é relatada e contabilizada no setor de energia.

Ainda de acordo com a Terceira Comunicação Nacional do Brasil (2016), o subsetor

²² As emissões referentes à queima de combustíveis, muito utilizada em indústrias, é contabilizada no setor energia, assim como a dos resíduos gerados e tratados está no setor de resíduos.

indústria química emite emissões de CO₂, CH₄ e N₂O, devido à produção de amônia, ácido nítrico, ácido adípico, caprolactama, carbureto de cálcio, negro de fumo e coque de petróleo e, ainda, nos processos de fabricação dos produtos petroquímicos acrílonitrila, cloreto de vinila, dicloetano, eteno, metanol e óxido de eteno. Estas emissões tiveram queda significativa em decorrência dos projetos de MDL, processo de comercialização entre países desenvolvidos e em desenvolvimento.

Também conforme a Terceira Comunicação Nacional (2016), o subsetor indústria química emite emissões de CO₂, CH₄ e N₂O, devido à produção de amônia, ácido nítrico, ácido adípico, caprolactama, carbureto de cálcio, negro de fumo e coque de petróleo e, ainda, nos processos de fabricação dos produtos petroquímicos acrílonitrila, cloreto de vinila, dicloetano, eteno, metanol e óxido de eteno.

4.3.3 As estimativas nacionais de emissões de gases de efeito estufa

Algumas considerações sobre a lei nº 12.187, que promulgou Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) e os inventários de gases de efeito estufa são feitas a seguir.

O artigo 4º, sobre os objetivos, prevê no inciso II a redução das emissões antrópicas de gases de efeito estufa em relação às suas diferentes fontes; já o inciso XII do artigo 6º estabelece entre os instrumentos da PNMC, que registros, inventários, estimativas, avaliações e quaisquer outros estudos de emissões de gases de efeito estufa e de suas fontes, sejam elaborados com base em informações e dados fornecidos por entidades públicas e privadas.

Artigos da PNMC foram regulamentados pelo decreto nº 7.390, de 09/12/2010. O artigo 11 estabelece a publicação de estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil sob a coordenação do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). As emissões são contabilizadas pelos setores (artigo 5º do decreto): mudança de uso da terra, energia, agropecuária, processos industriais e tratamento de resíduos.

O Quadro 6 apresenta a origem das fontes de emissão para os setores considerados nas estimativas do MCTIC.

Quadro 6 - Setores considerados nas estimativas anuais de emissões de GEE

Setor	Origem da emissão
Energia	Emissões provenientes da queima de combustíveis e emissões fugitivas da indústria de petróleo, gás e carvão mineral ²³ .
Processos industriais	Emissões dos processos produtivos nas indústrias (não oriundas da queima de combustíveis). Subsetores: química, metalurgia, produtos minerais e produção e consumo de HFCs e SF ₆ .
Agropecuária	Emissões da fermentação entérica do gado, manejo de dejetos animais, solos agrícolas, cultivo de arroz e queima de resíduos agrícolas.
Mudança de uso da terra e florestas	Emissões e remoções resultantes das variações da quantidade de carbono, da biomassa vegetal, do solo e considerando-se as transições entre diversos usos, além das emissões de CO ₂ por aplicação de calcário em solos agrícolas e das emissões de CH ₄ e N ₂ O pela queima de biomassa nos solos.
Tratamento de resíduos	Emissões pela disposição e incineração de resíduos sólidos e tratamento de efluentes de origem doméstica, comercial e industrial.

Fonte: Adaptado de Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil, MCTIC, 3ª edição (2016)

A Tabela 3 apresenta a evolução das emissões por setores de GEE no período.

Tabela 3 – Emissões de GEE por setor, em milhares de toneladas²⁴ de CO₂e (ktCO₂e)

Setores	Ano					
	1990	1995	2000	2005	2010	2014
Energia	185.808	223.727	284.273	312.747	371.086	469.832
Processos industriais	52.059	65.625	75.581	80.517	89.947	94.263
Agropecuária	286.998	316.671	328.367	392.491	407.067	424.473
Uso da terra e florestas	792.038	1.931.478	1.265.606	1.904.666	349.173	233.140
Tratamento de resíduos	26.006	31.370	38.693	45.476	54.127	62.787
Total	1.342.909	2.568.872	1.992.520	2.735.897	1.271.399	1.284.496

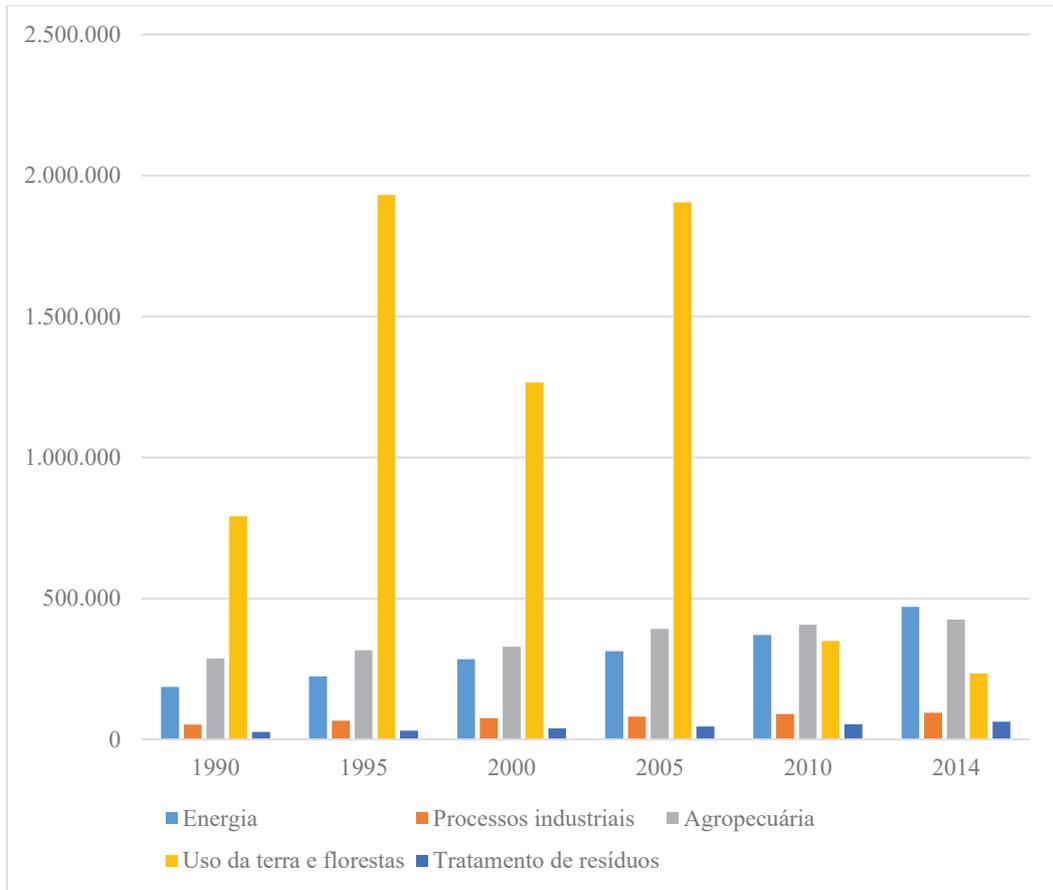
Fonte: Adaptado de Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil, MCTIC, 3ª edição (2016)

A Figura 5 ilustra a evolução dos setores considerados nas estimativas de emissões de gases de efeito estufa em milhares de toneladas de CO₂e (ktCO₂e).

²³ Emissões de matérias-primas da indústria química, de produtos de uso não energético e do processo de redução, são contabilizadas no setor Processos Industriais.

²⁴ Equivalem a 1000 toneladas.

Figura 5 – Evolução das emissões de GEE por setor, em milhares de toneladas de CO₂e (ktCO₂e)

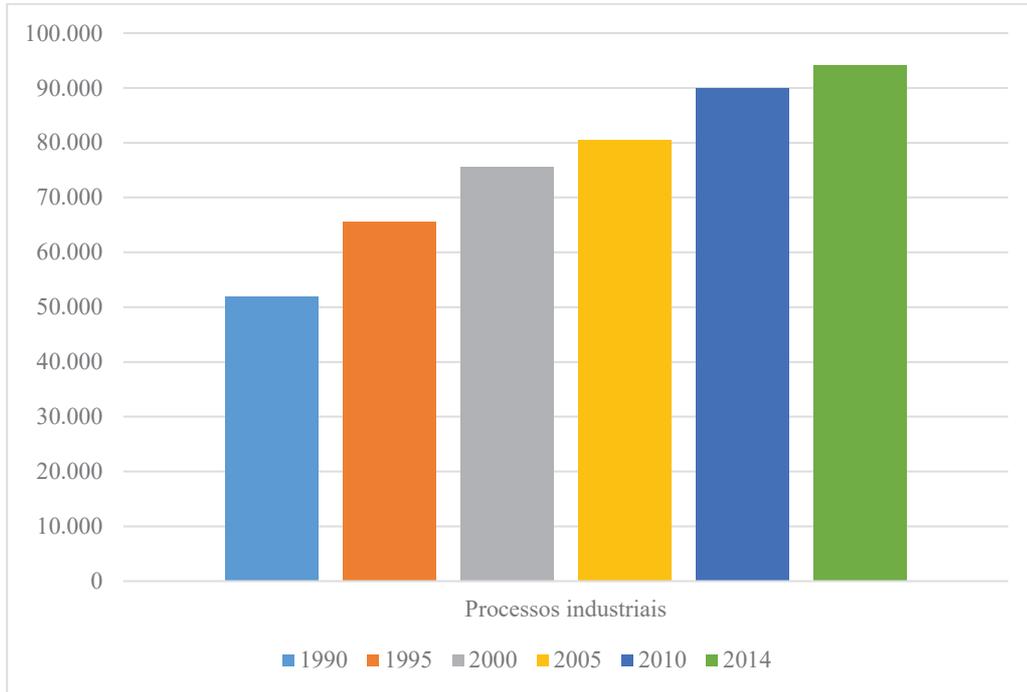


Fonte: Adaptado de Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil, MCTIC, 3ª edição (2016)

Pela Tabela 3 e Figura 5 observa-se que o setor processos industriais não teve aumento significativo nos anos estudados; importante observar que no período houve aumento da capacidade industrial no país.

Na Figura 6 está ilustrada a evolução das emissões de gases de efeito estufa do setor processos industriais para os anos analisados nas estimativas de emissões de gases de efeito estufa, 3ª edição em milhares de toneladas de CO₂e (ktCO₂e).

Figura 6 – Evolução das emissões de GEE do setor processos industriais, em milhares de toneladas de CO₂e (ktCO₂e)

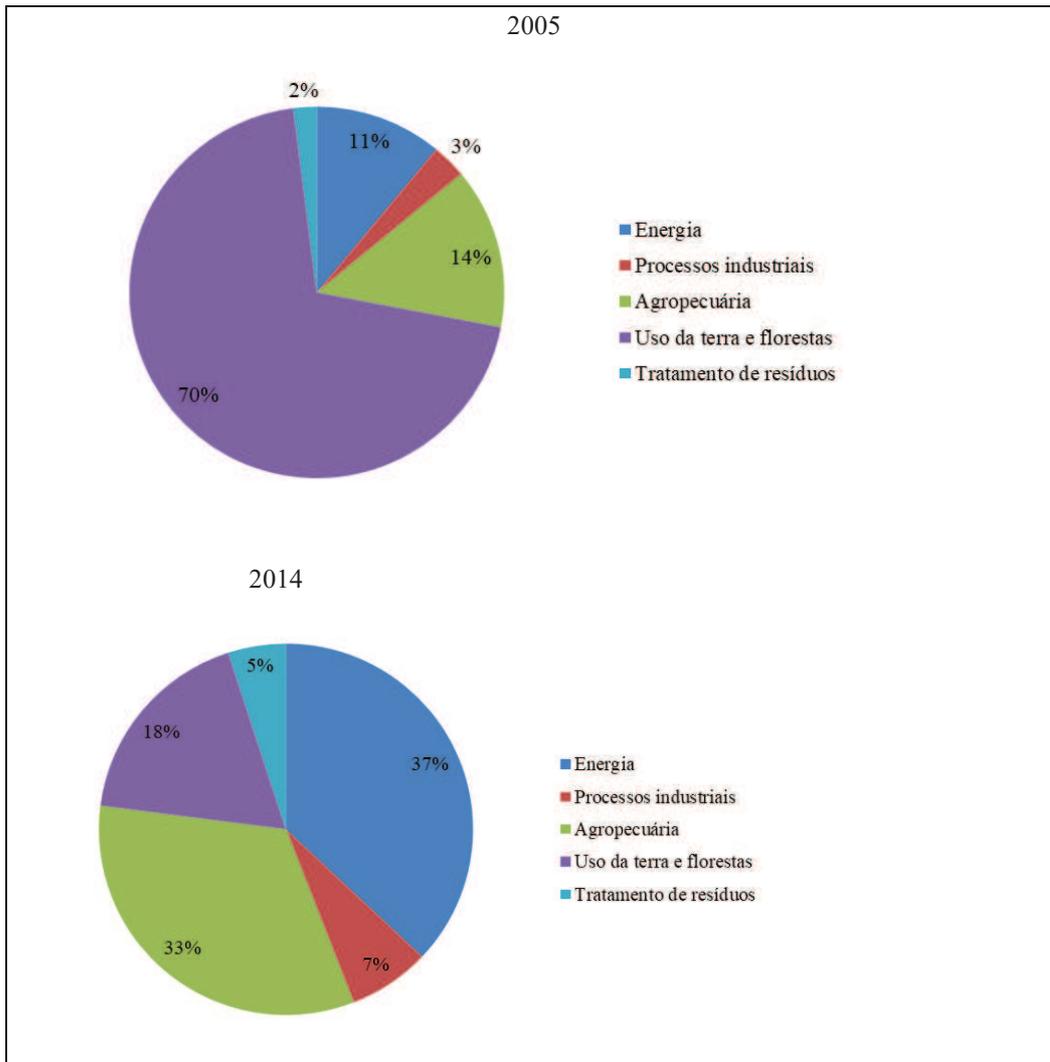


Fonte: Adaptado de Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil, MCTIC, 3ª edição (2016)

Nota-se que ocorreu aumento nas emissões de GEE no período em estudo. A variação entre os anos 2005 e 2010 foi de 11,7% e entre 2010 e 2014 foi de 4,8%. Portanto, em termos percentuais, a tendência é de se diminuir as emissões de gases de efeito estufa.

A Figura 7 apresenta a evolução da redução de emissões para os anos de 2005 e 2014, em percentual por setor. Estes dois anos foram escolhidos pois as metas de redução de emissões de GEE estabelecidas para o Brasil (as NDCs) definem o ano de 2005 como o ano-base e 2014 é o ano com dados oficiais mais recentes.

Figura 7 – Percentual de emissões de GEE por setor, nos anos de 2005 e 2014



Fonte: Adaptado de Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil, MCTIC, 3ª edição (2016)

A Tabela 3 e as Figuras 5 e 7 mostram que o setor processos industriais não está entre os maiores emissores; permanece no quarto lugar em todos os anos analisados, atrás das áreas de uso da terra e florestas, agropecuária e energia. Estes setores são interessantes temas de pesquisas futuras na área de mudanças do clima.

Segundo Granziera e Rei (2015), a maior parte das emissões de GEE do Brasil é proveniente dos setores uso da terra e agropecuária, especialmente, do desmatamento da Amazônia e do Cerrado.

Ainda de acordo com as Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil, 3ª edição, o segmento processos industriais foi dividido nos subsetores de produção de cimento, cal, outros usos do calcário e da dolomita, barrilha, química, ferro-gusa e aço, alumínio, hidrofluorcarbonos e hexafluoreto de enxofre.

A Tabela 4 apresenta os resultados por subsetor, em milhares de toneladas de CO₂e (ktCO₂e).

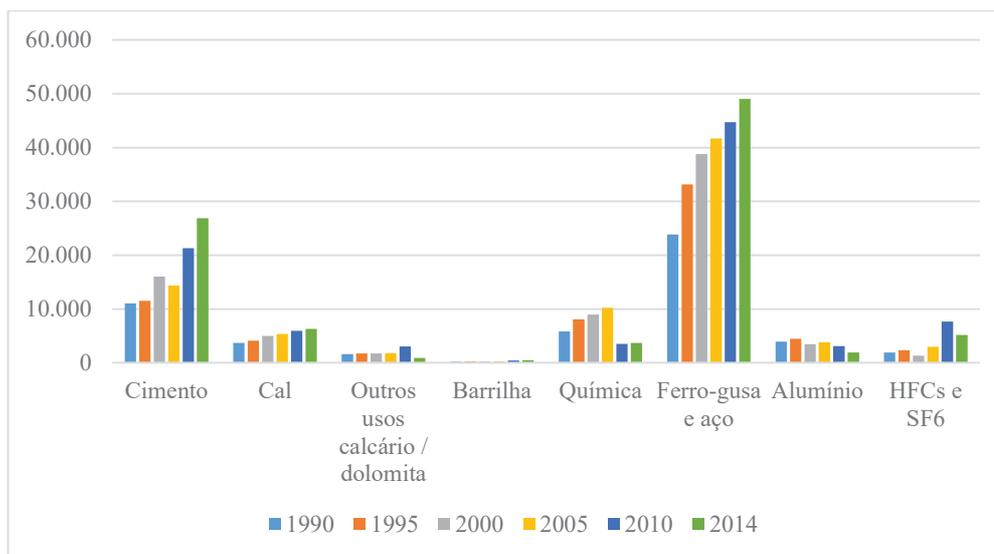
Tabela 4 – Emissões de GEE do setor processos industriais por subsetor em ktCO₂e

Subsetores	Ano					
	1990	1995	2000	2005	2010	2014
Cimento	11.062	11.528	16.047	14.349	21.288	26.845
Cal	3.688	4.104	5.008	5.356	5.950	6.278
Outros usos calcário / dolomita	1.630	1.728	1.756	1.815	3.060	908
Barrilha	182	247	243	248	396	513
Química	5.796	8.094	8.986	10.228	3.522	3.676
Ferro-gusa e aço	23.848	33.179	38.801	41.698	44.695	49.015
Alumínio	3.918	4.438	3.422	3.828	3.096	1.889
HFCs e SF₆	1.936	2.307	1.319	2.995	7.671	5.140
Total processos industriais	52.059	65.625	75.581	80.517	89.947	94.263

Fonte: Adaptado de Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil, MCTIC, 3ª edição (2016).

A Figura 8 mostra a evolução do setor processos industriais nas estimativas de emissões de gases de efeito estufa em milhares de toneladas de CO₂e (ktCO₂e).

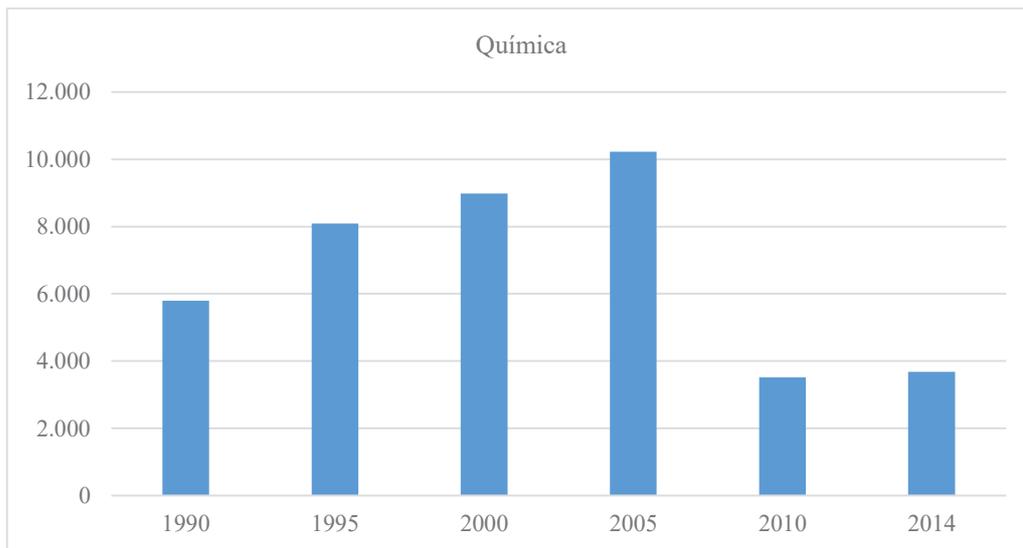
Figura 8 – Evolução das emissões de GEE por subsetor, em milhares de toneladas de CO₂e (ktCO₂e)



Fonte: Adaptado de Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil, MCTIC, 3ª edição (2016).

Já a Figura 9 apresenta a variação das emissões da indústria química nos anos considerados.

Figura 9 - Evolução das emissões de GEE do subsetor química, em milhares de toneladas de CO₂e (ktCO₂e)



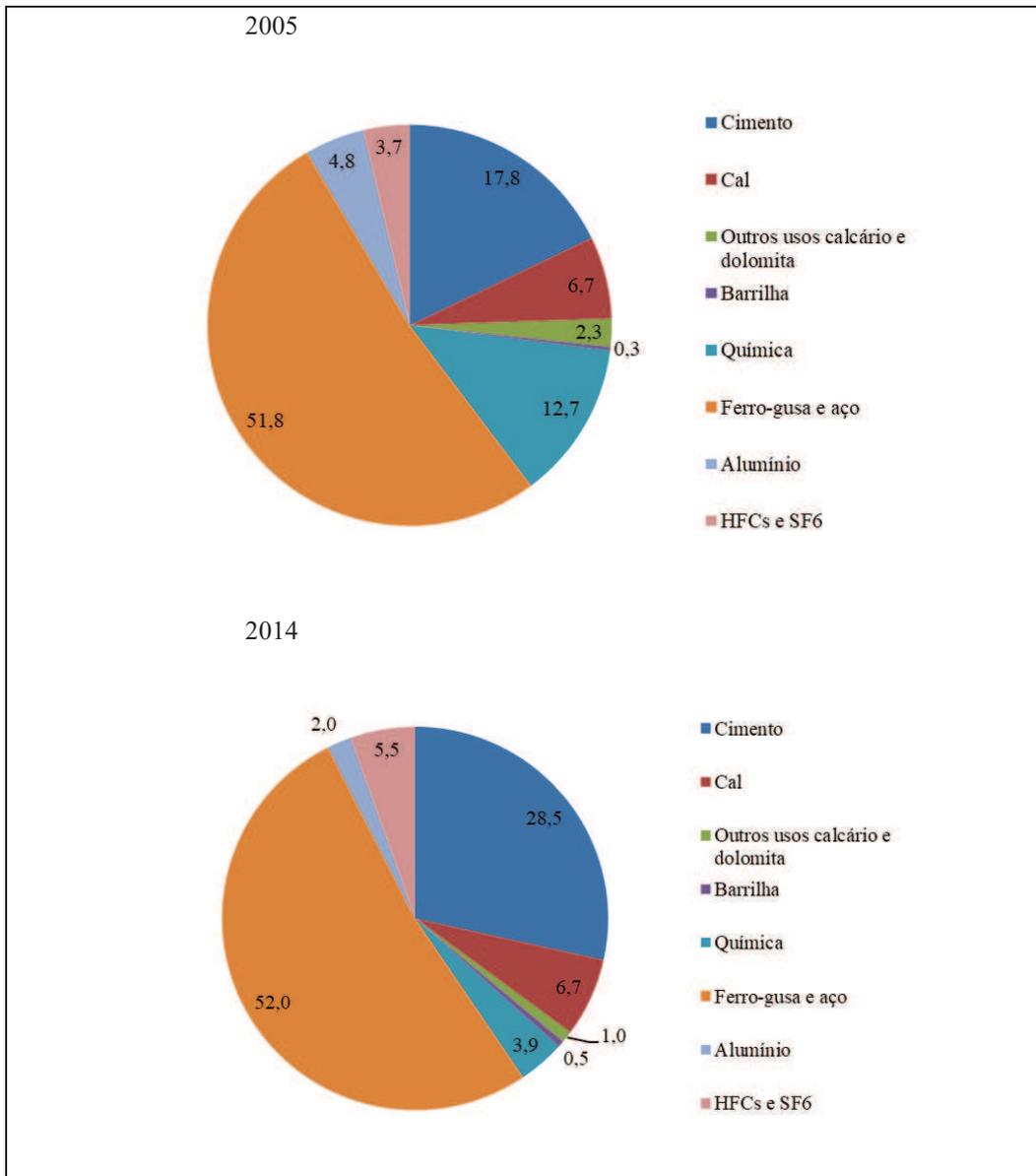
Fonte: Adaptado de Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil, MCTIC, 3ª edição (2016).

Nota-se pela Tabela 4 e Figura 8 que o subsetor ferro-gusa e aço (49.015 ktCO₂e em 2014), seguido do subsetor de cimento (26.845 ktCO₂e em 2014), são os que mais emitem gases de efeito estufa. O subsetor químico, objeto deste estudo, aparece na terceira posição no ano de 2005, caindo para a quinta em 2014 (3.676 ktCO₂e). A Figura 9 ilustra a evolução da indústria química nos seis anos considerados. Até o ano de 2005 houve aumento e, a partir de então, o setor vem reduzindo suas emissões. Em termos percentuais, a variação foi de -65,57% entre os anos de 2005 e 2010 e de 4,38% entre 2010 e 2014.

A quantidade de emissões de gases de efeito estufa do setor processos industriais aumentou de 80.517 ktCO₂e em 2005 para 94.263 ktCO₂e em 2014. Em termos percentuais, a variação de 2005 a 2010 foi de 11,7% e, de 2010 a 2014 de 4,8%. Aqui vale o mesmo comentário feito acima, ou seja, ao analisar as razões de aumento, é importante se considerar que outros fatores, como o aumento da produção nacional.

A Figura 10 mostra a evolução da redução de emissões dos subsetores integrantes do setor processos industriais para os anos de 2005 e 2014²⁵.

Figura 10 – Percentual de emissões de GEE do setor processos industriais nos anos de 2005 e 2014



Fonte: Adaptado de Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil, MCTIC, 3ª edição (2016)

Como pode ser observado na Tabela 4 e nas Figuras 8, 9 e 10, a indústria química já está reduzindo suas emissões. A partir de 2005 o setor diminuiu suas emissões em mais de 50%,

²⁵ Assim como na Figura 7, estes dois anos foram escolhidos pois as NDCs estabelecidas para o Brasil definem o ano de 2005 como o ano-base e 2014 é o ano com dados oficiais mais recentes.

de 10.228 ktCO₂e em 2005 para 3.676 ktCO₂e em 2014. Em termos percentuais, passou de 12,7% em 2005 para 3,9%, em 2014.

Ainda em relação aos outros subsetores industriais, o químico foi o setor que mais reduziu suas emissões no período considerado, como pode ser visto na Tabela 4. Os anos de 2010 e 2014 tiveram redução significativa em relação ao ano de 2005, mais de 50%.

Entre as razões para esta diminuição pode-se mencionar, como será analisado em maior detalhe posteriormente, ações que constam do o site da UNFCCC²⁶ (a) a utilização do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo em indústrias do setor químico de produção de ácido adípico e ácido nítrico que geram óxido nitroso, um dos gases de efeito estufa (vide Quadro 2), (b) mudanças nos combustíveis utilizados em seus processos, com a substituição de óleo combustível por gás natural e biomassa e (c) economia de energia térmica, com investimentos em caldeiras mais eficientes, cogeração de energia, isolamento térmico de equipamentos e aproveitamento de outras fontes térmicas nos processos (SUBSÍDIOS PARA A ELABORAÇÃO..., 2012).

Além disso, o setor dispõe de alternativas para alterar seus processos produtivos visando fabricar de forma mais eficiente, usando menos energia e com menor emissão de gases à atmosfera (SUBSÍDIOS PARA A ELABORAÇÃO..., 2012).

Estudos de cenários como os do MCTIC²⁷ já apontam para a inovação no uso de tecnologias para a indústria química como o abatimento direto e/ou indireto de emissões de GEE, como: a instalação de biorrefinarias de biomassa, palha e bagaço de cana, localizadas prioritariamente próximas a usinas sucroalcooleiras, evitando uso de combustíveis fósseis, a produção de bioquímicos, como glicerina e propilenoglicol, aproveitando-se a estrutura existente da cadeia de óleos, a produção de amônia e metanol com base em hidrogênio, desde que o balanço energético desta rota não gere emissões de GEE, o uso de biomassa como matéria-prima, podendo originar novos produtos, diminuindo a pressão pelo uso de matéria-prima de origem fóssil e o uso de energia para as rotas de biomassa ao invés de combustível fóssil, desde que o balanço energético seja positivo.

Ainda, a indústria química está desenvolvendo atividades inovadoras que poderão ser aplicadas, a médio e longo prazos, para a redução direta e/ou indireta de emissões setoriais de

²⁶ <https://cdm.unfccc.int/Projects/index.html>

²⁷ Opções de mitigação de emissões de gases de efeito estufa em setores-chave do Brasil. <http://www.mctic.gov.br/mctic/opencvms/textogeral/OpcoesDeMitigacaoDeEmissoesdeGasesDeEfeitoEstufa.html>

GEE. Alguns exemplos: o uso de sílica nos pneus para redução do consumo de combustíveis em veículos (PECORARI e LIMA, 2016), a utilização de materiais avançados (compósitos/plásticos) para redução de peso de veículos, impactando na redução do consumo de combustível (SCOPEL, 2012).

Por outro lado, o setor governamental pode colaborar, propondo e aprovando, para as plantas já instaladas, políticas públicas de incentivo da melhoria de eficiência energética que pode reduzir o consumo de energia e, em consequência, reduzir a emissão de CO₂. Para novas plantas, considerar políticas públicas de incentivo para desenvolvimento de novas tecnologias, tecnologias emergentes e tecnologias de ruptura, que também vão evitar a emissão de CO₂.

4.3.4 Os inventários de emissões de gases de efeito estufa baseados no Programa Brasileiro GHG Protocol

Além da iniciativa do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), o Centro de Estudos em Sustentabilidade da Escola de Administração de Empresas da Fundação Getúlio Vargas (GVCes) desenvolveu e coordena o Programa Brasileiro do GHG Protocol. Trata-se de uma versão adaptada à realidade nacional do protocolo desenvolvido pela organização *Greenhouse Gas Protocol* e também leva em consideração a norma ISO 14.064 (vide Quadro 5).

As organizações aderem ao programa de forma voluntária porém, ao formalizar sua adesão, as empresas se comprometem a atender às especificações do programa bem como realizar uma verificação externa por empresa acreditada pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro), autarquia federal vinculada ao Ministério da Indústria e Comércio Exterior e Serviços (MDIC). O Inmetro é o organismo acreditador do Brasil.

Esta verificação tem o objetivo de conferir os dados apresentados pelas instituições, com base nos critérios estabelecidos para elaboração dos inventários, que segue as diretrizes das normas ISO 14.064 (vide Quadro 5).

Segundo o GVCes, o objetivo do Programa Brasileiro GHG Protocol é estimular a cultura corporativa para a elaboração e publicação de inventários de emissões de gases do efeito estufa (GEE).

O programa brasileiro GHG Protocol (ESPECIFICAÇÕES DO PROGRAMA...,2011) prevê o relato anual do inventário de GEE e separa a contabilização por escopo, em conformidade com as normas ISO sobre GEE, relatórios e inventários (vide Quadro 5). O escopo classifica as emissões de GEE que são geradas pela própria organização ou por outras organizações relacionadas à sua atividade final, como fornecedores e transportadores. São três escopos: emissões diretas (escopo 1), as provenientes de operações refere-se às emissões diretas próprias ou controladas pela organização; emissões indiretas (escopo 2) provenientes da aquisição de energia na forma de eletricidade ou vapor consumidos dentro da organização e outras emissões indiretas (escopo 3) as demais emissões indiretas (não incluídas no escopo 2) que ocorrem fora da organização, inclusive emissões a montante e a jusante.

Estes escopos estão alinhados com os definidos pela norma ABNT NBR ISO 14.064-1:

Emissão direta de gases de efeito estufa: emissão de GEE de fonte de gases de efeito estufa pertencente ou controlada pela organização (ABNT ISO NBR 14.064-1; 2.8, p.2);

Emissão indireta de gases de efeito estufa: emissão de GEE na geração de eletricidade, calor, ou vapor importados pela organização para seu consumo (ABNT ISO NBR 14.064-1; 2.9, p.2);

Outras emissões indiretas de gases de efeito estufa: emissões de GEE não associadas à energia importada e que sejam uma consequência de atividades da organização mas advindas de fontes de gases de efeito estufa que pertencem ou são controladas por outras organizações (ABNT ISO NBR 14.064-1; 2.10, p.2).

Os dados disponíveis mais recentes dos relatos de emissões são os do ano de 2016²⁸, ano que contou com a participação de 140 instituições, conforme a Tabela 5.

²⁸ <http://www.registropublicodeemissoes.com.br/estatisticas/inventarios-por-setor>

Tabela 5 – Organizações, por setores, participantes do Programa Brasileiro GHG Protocol no ano de 2016

Setor	Quantidade
Administração pública, defesa e seguridade social	1
Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura	5
Água, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação	1
Atividades administrativas e serviços complementares	1
Atividades de serviço	4
Atividades financeiras, de seguros e serviços relacionados	15
Atividades profissionais, científicas e técnicas	7
Comércio e reparação de veículos automotores e motocicletas	7
Construção, alojamento e alimentação	5
Educação, artes, cultura, esporte e recreação	5
Eletricidade e gás	14
Indústrias de transformação	47
Indústrias extrativas	8
Informação e comunicação	6
Organismos internacionais e outras instituições extraterritoriais	1
Saúde humana e serviços sociais	7
Transporte, armazenagem e correio	6
Total	140

Fonte: Adaptado de Registro Público de Emissões (2017)

As instituições que preparam seus inventários e passam pelo processo de verificação recebem uma declaração de conformidade com o programa. A partir daí as participantes farão parte do Registro Público de Emissões, uma plataforma, como o nome já diz, pública, para consulta dos inventários e que auxilia as organizações na produção e divulgação de seus inventários de emissões de GEE, aumentando a transparência na divulgação dos dados e na promoção da sensibilização sobre a preocupação com as alterações climáticas.

A Tabela 5 mostra que o setor que mais publicou inventários de gases de efeito estufa referentes ao ano de 2016 foi indústrias de transformação, ao qual pertence a indústria química, representando 33,6% do total. No entanto, de acordo com o Registro Público de Emissões²⁹,

²⁹ <http://www.registropublicodeemissoes.com.br/participantes>

observa-se que somente três empresas são deste segmento. Uma das maiores indústrias do Brasil (objeto do estudo de caso) e duas multinacionais da área de cosméticos.

4.3.5 O Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG) do Observatório do Clima

O SEEG começou a desenvolver suas estimativas em 2013. Trata-se de uma iniciativa não governamental pertencente ao Observatório do Clima (OC), que é uma coalizão de organizações da sociedade civil, fundado em 2002³⁰. O OC tem como objetivo debater as mudanças climáticas no Brasil. Para tanto, promove interlocuções com outras entidades que atuam na área, propõe e acompanha debates e consultas públicas para a definição de políticas e estabelece estratégias de comunicação entre seus membros.

As estimativas de emissões e remoções de gases de efeito estufa do SEEG são geradas tendo como base o inventário nacional e as estimativas publicadas periodicamente pelo MCTIC (vide seções 3.2.3 e 3.2.4), além das diretrizes do IPCC, relatórios governamentais, de entidades setoriais e de centros de pesquisa.

O SEEG passou a preparar suas estimativas de emissões de GEE por considerar que há uma lacuna entre as publicações do MCTIC: Inventário Nacional mais recente, divulgado em 2016, conta com dados até o ano de 2012 e as estimativas, também editada em 2016, conta com informações até o ano de 2014.

A versão mais recente das estimativas do SEEG abrange o período de 1970 a 2016. Esta organização tem o compromisso de apresentar análises anuais e com intervalo de no máximo um ano. Assim, no final de outubro de 2017 foram divulgadas as estimativas de emissões e remoções de GEE atualizadas até o ano de 2016.

Todas as informações referentes às estimativas do SEEG estão disponíveis no site <http://seeg.eco.br>.

Ao contrário do Inventário Nacional e das Estimativas de GEE publicadas pelo MCTIC, este sistema considera as emissões brutas, ou seja, não contabiliza a remoção ocorrida devido

³⁰ <http://www.observatoriodoclima.eco.br>

à mudança do uso do solo, que é, basicamente, a quantidade de gases de carbono fixados pelo crescimento da vegetação. Já o Inventário Nacional e as Estimativas publicadas pelo MCTIC levam em conta as emissões líquidas de GEE, quando há o desconto das remoções (emissões menos remoções).

O SEEG também não incorporou o desconto pelos certificados de redução de emissões dos projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (vide Capítulo 5).

Estas estimativas também dividem as análises nos setores processos industriais, energia, agropecuária, mudanças de uso da terra e resíduos. Há informações em nível nacional e por estado. Para cada setor, há uma organização responsável para gerir as atividades. O setor processos industriais contou com a coordenação do Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA).

Segundo o SEEG, o Brasil emitiu, no ano de 2016, 2.278 Mt³¹ CO₂e, sendo o sétimo país maior emissor de GEE, com o equivalente a 3,4% das emissões do mundo. O primeiro é a China, com 23,7% e o segundo os Estados Unidos da América, com 12,9%. No ano de 2015 as emissões brasileiras totalizaram 2.092 Mt CO₂e.

Na comparação entre os anos de 2015 e 2016, as emissões totais do Brasil aumentaram 9%. Se não considerar as provenientes das mudanças de uso da terra, as emissões caíram 2,8% em 2016.

A Figura 11 apresenta o percentual de emissões do Brasil por setor para o ano de 2016.

O setor mudanças de uso da terra é um dos grandes responsáveis por emitir gases de efeito estufa. Somente ele emitiu mais da metade das emissões do país. Segundo REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL (2015), a nação pretende adotar medidas adicionais nos diferentes setores³². No setor florestal e de mudança do uso da terra

- fortalecer o cumprimento do Código Florestal, em âmbito federal, estadual e municipal;
- fortalecer políticas e medidas com vistas a alcançar, na Amazônia brasileira, o desmatamento ilegal zero até 2030 e a compensação das emissões de gases de efeito de estufa provenientes da supressão legal da vegetação até 2030;
- restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares de florestas até 2030, para múltiplos usos;
- ampliar a escala de sistemas de manejo sustentável de florestas nativas, por meio de sistemas de georeferenciamento e rastreabilidade aplicáveis ao manejo de florestas

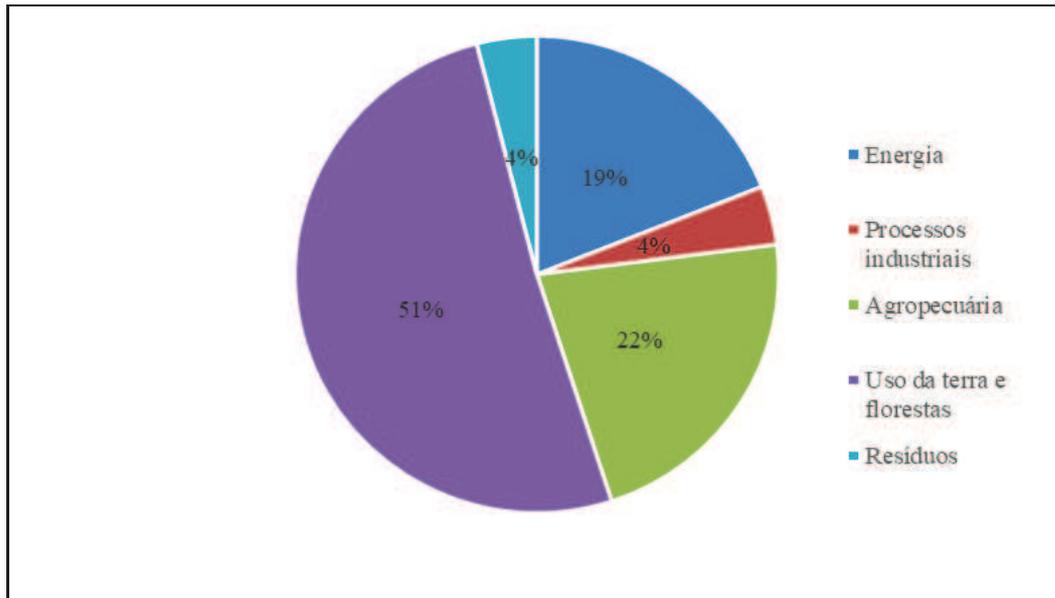
³¹ Mt: megatonelada, 10⁶ tonelada

³² Vide Apêndice B.

nativas, com vistas a desestimular práticas ilegais e insustentáveis REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL (2015, p. 7).

Trata-se de importante setor a ser estudado, visando reduzir suas emissões e auxiliar o Brasil a atender suas NDCs, porém não é escopo desta dissertação.

Figura 11 - Percentual de emissões de GEE no Brasil por setor no ano de 2016 de acordo com o SEEG



Fonte: SEEG Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Brasil 1970 - 2016

O setor processos industriais foi dividido da seguinte forma: produção de metais, produtos minerais, indústria química, emissões de hidrofluorcarbonos, uso de hexafluoreto de enxofre em equipamentos elétricos e uso não energético de combustíveis e uso de solventes.

A indústria química foi separada nos processos de produção de ácido adípico, ácido fosfórico, ácido nítrico, acrilonitrila, amônia, caprolactama, carbureto de cálcio, cloreto de vinila, eteno, metanol, negro-de-fumo, óxido de eteno, coque de petróleo calcinado e outros petroquímicos. Para cada processo há diferentes emissões de gases. O SEEG também estima o lançamento de outros gases, além dos de efeito estufa.

A Figura 12 apresenta a árvore estrutural da estimativa de emissões do subsetor indústria química, com os agrupamentos de atividade industrial, os tipos de processos ou uso de produtos, os tipos de produtos e os gases emitidos³³.

³³ Os gases monóxido de carbono (CO), compostos orgânicos voláteis não-metânicos (COVNM) e óxidos de nitrogênio (NOx), não são considerados gases de efeito estufa.

Figura 12 - Estruturação da estimativa de emissões da indústria química por tipos de processos, tipos de produtos e gases emitidos



Fonte: Adaptado de SEEG. Nota Metodológica. Processos Industriais e Uso de Produtos (2017).

Para as atividades da indústria química as emissões de GEE são as referentes aos processos de produção e geração de subprodutos. O Quadro 7 apresenta os produtos químicos

gerados nos processos produtivos associados a cada processo de produção e os respectivos gases de efeito estufa emitidos. Os itens sombreados no quadro referem-se à geração do GEE vinculado ao produto.

Quadro 7 - Produtos químicas e GEEs emitidos em seus processos de produção

Produto	GEE		
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Acrilonitrila			
Amônia			
Ácido adípico			
Ácido fosfórico			
Ácido nítrico			
Caprolactama			
Carbureto de cálcio			
Coque de petróleo calcinado			
Dicloroetano e cloreto de vinila			
Etileno			
Metanol			
Negro-de-fumo			
Óxido de eteno			

Fonte: Adaptado de SEEG. Nota Metodológica. Processos Industriais e Uso de Produtos (2017)

Pelo Quadro 7 observa-se que o dióxido de carbono está associado à produção da maioria dos produtos químicos, estando ausente somente no processo de produção do ácido adípico, ácido nítrico, caprolactana e coque de petróleo calcinado. Já o metano está relacionado à produção dos petroquímicos. O óxido nitroso emite gás de efeito estufa na manufatura de ácido adípico, ácido nítrico e caprolactana.

Este capítulo apresentou as diversas iniciativas referentes aos inventários e estimativas de emissões de gases de efeito estufa em nível global e local. Por meio da contabilização e relato, os países podem conhecer melhor suas emissões e remoções e buscar alternativas para atender as metas de redução ou contribuições nacionalmente determinadas, que foram aprovadas pela Convenção do Clima, na CoP21 em 2015.

5 O MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO

Os três mecanismos de flexibilização estabelecidos pelo Protocolo de Quioto foram muito utilizados em seu primeiro período de compromissos, de 2008 a 2012. A unidade padronizada de negociação é a tonelada de carbono equivalente (tCO₂e).

O mecanismo aplicável também aos países em desenvolvimento é o MDL. Os demais valem somente aos países desenvolvidos.

Segundo Santana (2016), a partir de compromissos obrigatórios para a redução de emissão de GEE surgiu a economia de baixo carbono (EBC)

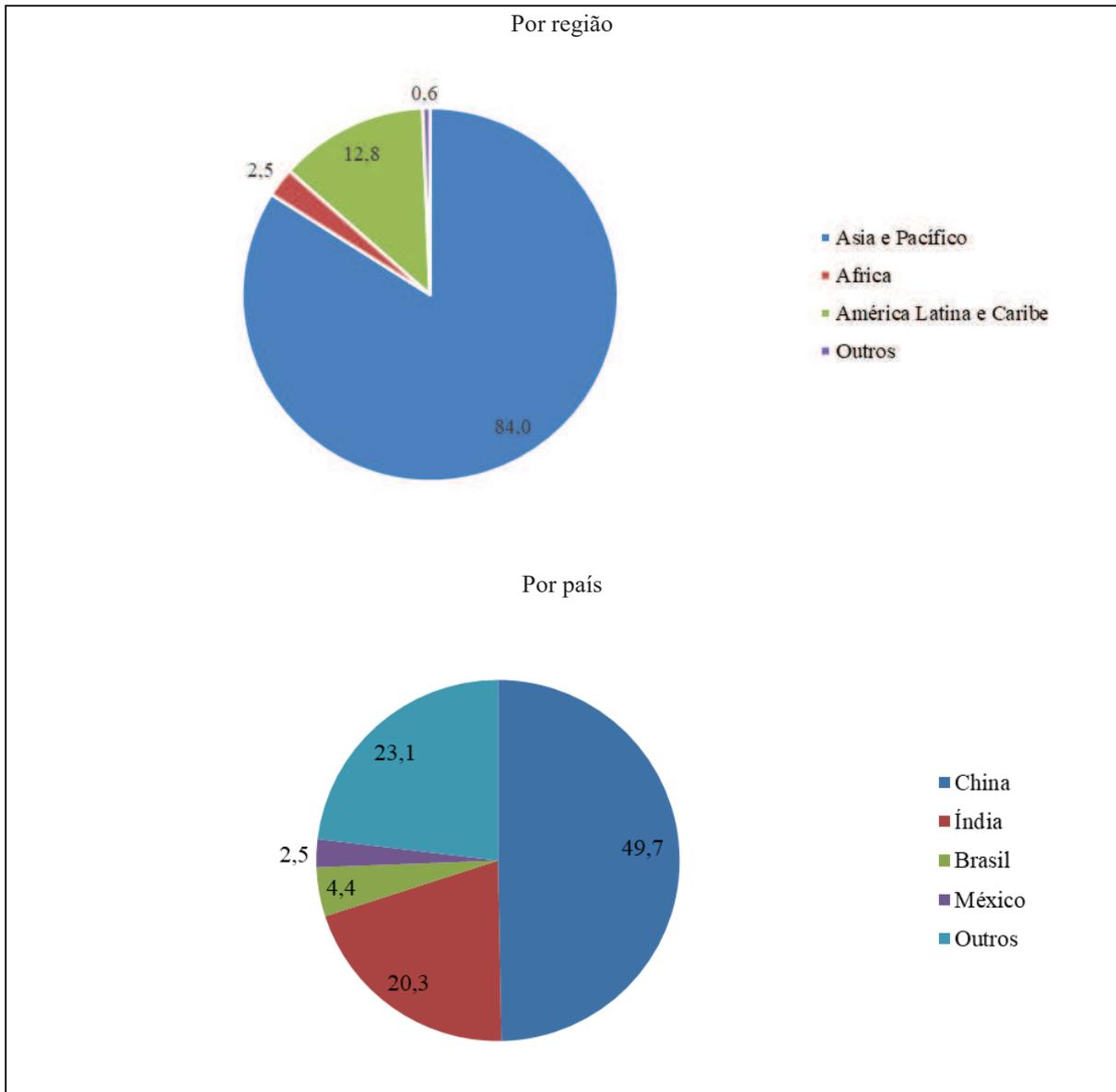
que se utiliza de mecanismos de flexibilização para conter as emissões de carbono, como o MDL, que através da implementação de projetos geram o crédito de carbono, uma commodity que será negociada no mercado de carbono. Assim, a partir da economia de baixo carbono ou “economia verde”, remete-se à tentativa de transformar a questão ambiental em um espaço de negócio, dando continuidade à ligação de dominação da natureza (SANTANA, 2016, p. 25).

A UNFCCC criou regras, procedimentos e estrutura para a avaliação, validação e verificação dos projetos de mercado de carbono e publica periodicamente a participação das regiões e países no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.

De acordo com o relatório anual do Conselho Executivo do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo para a Conferência das Partes do Protocolo de Quioto, com dados compilados até setembro de 2016, o total de projetos registrados é de 8.028, incluindo os programas de atividades, que são os que podem ser desmembrados em vários subprojetos com as mesmas características.

A Figura 13 apresenta a distribuição, em porcentagem, dos projetos de MDL por região no mundo e por país.

Figura 13 - Projetos de MDL por região no mundo e por país (%)



Fonte: Adaptado de UNFCCC: Relatório anual do Conselho Executivo do MDL, 2016

Pela Figura 13 percebe-se que países da Ásia e Pacífico respondem pela grande maioria dos projetos de MDL registrados, 84%. A América Latina e Caribe vem em segundo lugar, com 12,8%. Em relação aos países, a China responde por quase metade dos projetos de MDL registrados até setembro de 2016, ou seja, 49,7%. A Índia está na segunda posição e o Brasil na terceira.

Na CoP18, em Copenhague, foi definido o segundo período de compromisso, válido de 2013 a 2020, instituído pela chamada “Emenda de Doha ao Protocolo de Quioto”. Porém, apesar de ainda válido, as negociações e os projetos de MDL passaram a decrescer a partir do ano de 2013. A Tabela 6 apresenta o número de projetos registrados, no período de 01/10/2011

a 30/09/2016.

Tabela 6 - Quantidade de projetos de MDL registrados

Período	Quantidade de projetos registrados
Outubro 2011 a setembro 2012	1.747
Outubro 2012 a setembro 2013	2.183
Outubro 2013 a setembro 2014	207
Outubro 2014 a setembro 2015	122
Outubro 2015 a setembro 2016	53

Fonte: Adaptado de UNFCCC: Relatório anual do Conselho Executivo do MDL, 2016

No final de dezembro de 2012 houve um pico de registros de projetos, já que na ocasião havia a certeza de que as negociações teriam continuidade. A partir de 2013 deu-se a diminuição no interesse em se certificar projetos.

Godoy e Macchione (2015), apontam que preço médio estimado de reduções certificadas de emissões (RCEs) caiu de US\$ 11,8 em 2010 para US\$ 10,9 em 2011, principalmente devido à incerteza quanto a aceitação de créditos de carbono resultantes da implantação de MDL depois de 2012.

O MDL foi amplamente utilizado no Brasil. O país está na terceira posição, de acordo com o relatório anual do Conselho Executivo do MDL (UNFCCC, 2016) apresentado na Figura 13.

Para ter sua atividade de projeto aprovada, o interessado deve atender a vários requisitos, entre eles o de ter a autorização formal do país onde se encontra o projeto, a carta de aprovação na terminologia da UNFCCC, fornecida pela Autoridade Nacional Designada (AND) e a validação por uma terceira parte, a Autoridade Operacional Designada (EOD).

No Brasil, o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) é a AND e as EODs são empresas, em geral de certificação que passaram por processo de qualificação junto à UNFCCC.

A Figura 14 ilustra o ciclo de desenvolvimento de projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.

Figura 14 - Ciclo de desenvolvimento de projeto de MDL e responsabilidades



Fonte: MCTIC (2016)

Foram definidos escopos setoriais e para cada um há uma série de etapas, procedimentos e metodologias a serem cumpridos para obter a aprovação e um número de registro. Além destas, o proponente do projeto deve consultar as partes interessadas e levar em consideração suas contribuições. Todos podem levantar dúvidas no período de consulta pública. Os questionamentos devem ser formalmente respondidos e ficam disponíveis para consulta no site da UNFCCC.

Após aprovação, os projetos passam por verificação periódica, também conferida por uma EOD, para comprovar que a atividade proposta na fase de validação está sendo cumprida e, assim, se obter a redução certificada de emissões (RCE) ou os créditos de carbono.

Todas as informações referentes aos projetos do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo estão disponíveis no site da UNFCCC³⁴.

³⁴ <http://cdm.unfccc.int>

Os projetos registrados no mundo, divididos em vários escopos setoriais, chegando a um total de RCEs emitidos na ordem de 1.878.950.112 tCO₂e.

Para o primeiro período de créditos³⁵, o Brasil responde pela redução de mais de 370 milhões tCO₂e, o equivalente a 4,8% do total mundial. A China ocupava o primeiro lugar com redução em torno de 4,4 bilhões tCO₂e, ou, em termos percentuais 57,5%, seguida pela Índia com mais de 1 bilhão de tCO₂e, equivalendo a 13,8% (TERCEIRA COMUNICAÇÃO ..., 2016).

O MDL conta com os quinze escopos setoriais, entre eles: energia (indústria, distribuição e demanda), processos industriais (manufatura e química) substituição de combustível e resíduos (tratamento e disposição).

Pela Figura 15 nota-se que o escopo energia, no Brasil, é o que conta com mais projetos. Entre os motivos destacam-se a matriz energética nacional, predominantemente composta de usinas hidrelétricas, que utilizam fonte de energia renovável, e também devido à importância deste escopo para os demais setores e processos produtivos, visto que todos necessitam de energia em suas operações.

Daí a importância de se ter políticas de conservação de energia, incentivando a diminuição do consumo por meio de melhoria na eficiência energética. Isso pode ocorrer substituindo-se fontes de energia menos eficientes por opções mais eficientes e menos poluentes.

As NDCs do Brasil (REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL, 2015 p.5) estabelecem aspiração de longo prazo e uma das iniciativas é de se efetuar a “transição para sistemas de energia baseados em fontes renováveis e descarbonização da economia mundial até o final deste século, no contexto do desenvolvimento sustentável”, além de estimular a cogeração de energia a partir da biomassa e aumentar a participação de bioenergia sustentável na matriz energética brasileira, expandindo o consumo de biocombustíveis.

Trata-se de setor relevante para estudo, já que atinge os diversos setores produtivos, porém não é escopo desta dissertação.

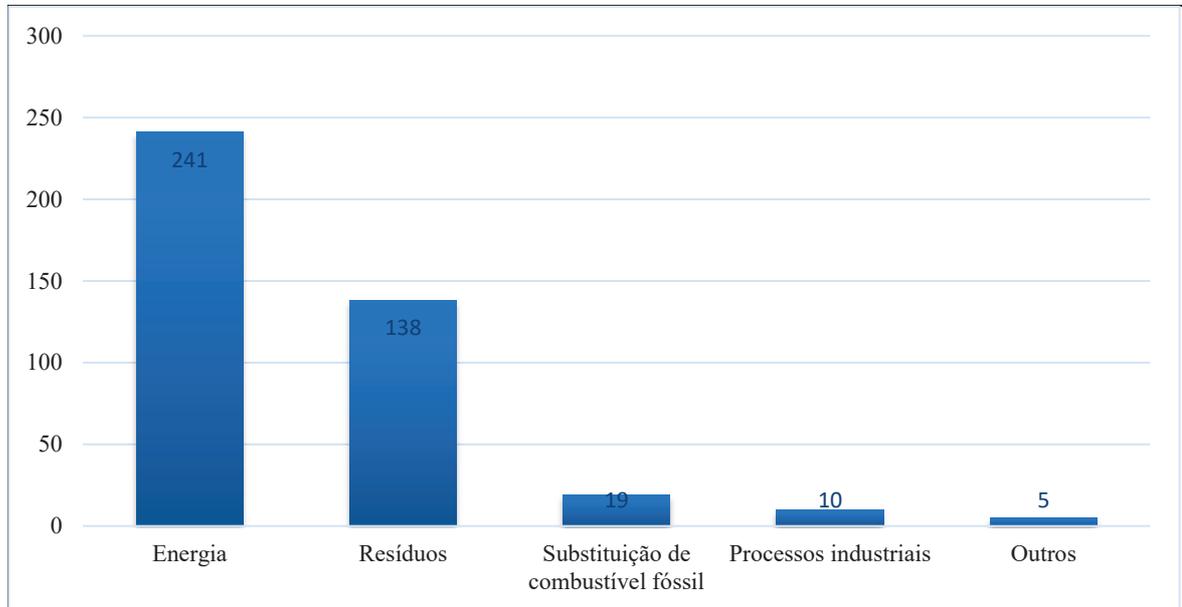
Quanto ao escopo setorial indústria química, no mundo foram aprovados 119 projetos.

Segundo Torres et al (2016), foram aprovados no Brasil 413 projetos de MDL, no

³⁵ O primeiro período de obtenção de créditos pode ser de no máximo dez anos (projetos de período fixo) ou de sete anos (projetos de período renovável). Os projetos podem ser renováveis por no máximo três períodos de sete anos.

período de 2004 a 2013. A Figura 15 mostra os projetos de MDL no Brasil e os escopos setoriais.

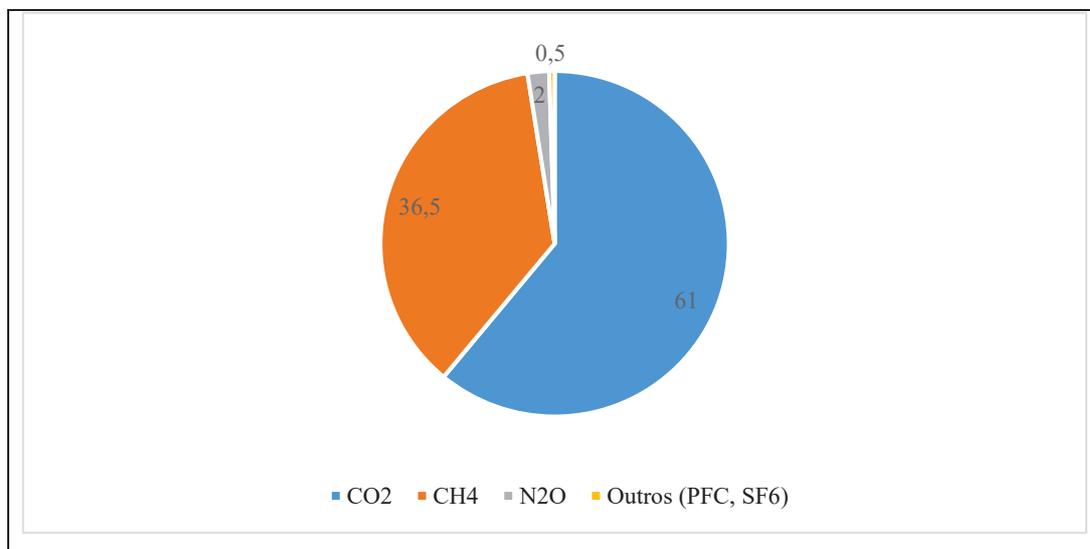
Figura 15 - Distribuição de projetos de MDL no Brasil



Fonte: Adaptado de Torres et al (2016)

Em termos de tipo de gás de efeito estufa, a Figura 16 apresenta a distribuição, em porcentagem, de projetos de MDL no Brasil.

Figura 16 - Atividades de projetos de MDL no Brasil por tipo de gás de efeito estufa (%)



Fonte: Adaptado de Status dos projetos do MDL no Brasil. MCTIC, 2016

O setor químico está enquadrado na categoria processos industriais, sendo que a maioria dos projetos tratam da redução de óxido nitroso (N₂O) oriundo da indústria química.

Segundo a Terceira Comunicação Nacional do Brasil (2016), os projetos de N₂O estão em terceiro lugar, com cinco projetos registrados, se for considerado o tipo de gás de efeito estufa. Em primeiro lugar estão os projetos de redução de CO₂, com 201 projetos registrados, seguidos dos de CH₄, com 122 projetos.

De acordo com o site da UNFCCC este escopo setorial tem 6 projetos registrados no Brasil, sendo que apenas um não corresponde à diminuição da emissão de N₂O. Este refere-se à produção de bicarbonato de sódio (NaHCO₃), bicarbonato de amônio (NH₄HCO₃) e carbonato de cálcio (CaCO₃) a partir do dióxido de carbono liberado na fermentação em usinas de açúcar e álcool, o projeto com o número de referência (Ref.) 698. Os demais projetos de redução de N₂O são identificados por Ref. 116 , Ref. 1011 , Ref. 1731 , Ref. 1784 e Ref. 2257.

A Tabela 7 mostra detalhes dos projetos de MDL do escopo setorial indústria química no Brasil. Entretanto, é relevante mencionar que um dos projetos (Ref. 1731), que reduziria 57.366 tCO₂e/ano, ainda não realizou a fase de monitoramento e verificação para receber os créditos.

O total de emissões reduzidas chegou a 67.347.437 tCO₂e, como apresentado na Tabela 7.

Tabela 7 - Projetos de MDL do escopo setorial indústria química

Projeto ref.	Emissões reduzidas/ano	Total de anos que já recebeu créditos	Período que já recebeu créditos	Emissões reduzidas/total (tCO₂e)
116	5.964.873	11	Novembro 2006 a novembro 2016	65.613.603
1011	71.364	9	Julho 2007 a julho 2016	642.276
1738*	57.366			
1784	171.931	3,8	Novembro 2008 a julho 2012	653.338
2257	109.555	4	Março 2009 a fevereiro 2012	438.220
698	17.137	3,4		* 58.266
Total				67.405.703

Fonte: A autora

* Não incluído pois o proponente do projeto ainda não realizou o monitoramento e verificação para recebimento dos créditos.

Considerando somente os projetos de redução de ácido nitroso, já foram reduzidas 67.347.437 tCO₂e. Considerando a distribuição de RCEs emitidas por tipo de projeto, as referentes à decomposição do N₂O parecem em primeiro lugar no Brasil, com mais 49%, seguidas pelas de gás de aterros (biogás, que tem o metano em sua composição), com 20% e pelas de energia hidrelétrica, que respondem por 11%.

Os projetos de redução de emissões de N₂O apresentam similaridades, listadas a seguir: a) o porte das empresas, todas são grandes e localizadas em polos produtivos do país; b) as instalações em questão fabricam ácido adípico; c) a decomposição do ácido ocorre por processo catalítico (o que não aconteceria se fosse usado em outro processo de produção); d) não requer avaliação de impacto ambiental detalhada pelos órgãos competentes; e) preocupação de muitas partes interessadas com o empreendimento; e f) fornecedores e compradores com o mesmo perfil.

Pode-se concluir que todos estes projetos basearam-se no primeiro, utilizando-se do processo de benchmarking. Ainda, estes projetos contribuem para a redução de emissões de gases de efeito estufa, um método ambientalmente bastante correto, já que os projetos informam que o gasto de energia para a adição de sistemas de remoção é pequeno. Não foi percebida a valorização do resíduo”, transformando-o em coproduto.

Pelo exposto percebe-se que há três momentos distintos no processo de utilização do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. O primeiro, considerando-se de um começo favorável já que ocorreu a diminuição significativa de emissões de GEE. Num segundo momento, devido às regras cada vez mais restritivas da UNFCCC e diretrizes dos países desenvolvidos que ficavam desobrigados a comprar créditos de carbono dos países em desenvolvimento a partir do segundo período de compromisso do Protocolo de Quioto (de 2013 a 2020), aconteceu uma forte queda no interesse de se continuar utilizando o MDL, o que desvalorizou os créditos de carbono.

O relatório anual do Conselho Executivo do MDL para a Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes do Protocolo de Quioto (UNFCCC, 2016) aponta esta queda, já que no período de outubro 2011 a setembro 2012, foram registrados 1.747 projetos enquanto que no período de outubro 2015 a setembro 2016, foram registrados somente 53 projetos (Tabela 6).

Com a baixa procura, o valor de crédito caiu muito, tornando a atividade pouco atrativa

havendo pouca margem de negociação.

O futuro do MDL ainda é incerto. A UNFCCC vem tomando várias iniciativas para tornar o MDL novamente atrativo. Estuda-se a simplificação das regras e o alinhamento com os novos mecanismos de mercado propostos no Acordo de Paris. O histórico de grande procura pelo MDL e sua posterior queda deve ser levado em consideração na operacionalização dos novos mecanismos, como ferramenta para a redução de emissão dos gases de efeito estufa, o que pode vir a auxiliar os países no cumprimento de suas metas de redução.

Este capítulo versou sobre o mecanismo de desenvolvimento limpo, ferramenta muito utilizada no primeiro período de compromisso do Protocolo de Quioto, sua importância na comercialização dos créditos de emissões e sua situação atual. No capítulo a seguir, detalha-se como as indústrias químicas selecionadas estão atuando para reduzir sua geração de GEE para a implementação da economia de baixo carbono.

6 ESTUDO DE CASO: INDÚSTRIAS QUÍMICAS

O estudo de caso contou com a análise de duas grandes indústrias químicas brasileiras que elaboram periodicamente seu relatório de sustentabilidade com base nos indicadores do *Global Reporting Initiative* (GRI). As organizações selecionadas são de grande representatividade do setor e possuem indicadores de redução de emissões de gases de efeito estufa (vide seção 6.2).

Além dos indicadores específicos da GRI é possível calcular o indicador de intensidade carbônica (IIC). Padronizou-se o uso de intensidade carbônica pois o dióxido de carbono é considerado o principal gás de efeito estufa, porém o indicador abrange todos os GEE (vide Apêndice A).

De acordo com o GVCes (Aplicação de Indicadores..., 2015) os indicadores de intensidade auxiliam na identificação de modificações que ocorrem em um contexto determinado. Assim o IIC pode quantificar informações e mensurar valores que servirão de base para o planejamento, a tomada de decisão quanto à redução de emissões de gases de efeito estufa, bem como a negociação no mercado de emissões. Geralmente estes indicadores apresentam relação com níveis de eficiência. Nesta dissertação são analisados os indicadores que medem a quantidade de carbono por produção (em toneladas de carbono equivalente por tonelada produzida) e que podem contribuir para a mitigação das mudanças climáticas.

Foram considerados os indicadores de intensidade carbônica (IIC) referentes às emissões diretas (escopo 1), emissões indiretas (escopo 2) e à soma das emissões diretas e indiretas (escopo 1 e escopo 2), conforme o Quadro 8. A unidade é tCO₂e/t.

Quadro 8 – Tipos de indicadores de intensidade carbônica.

IIC	Conceito
IIC emissões diretas	Relação entre o indicador de emissões diretas de GEE e a quantidade produzida pela empresa no ano.
IIC emissões indiretas	Relação entre o indicador de emissões indiretas de GEE e a quantidade produzida pela empresa no ano.
IIC soma emissões diretas e indiretas	Relação entre o indicador de emissões diretas e indiretas de GEE e a quantidade produzida pela empresa no ano.

Fonte: A autora

6.1 Relatórios de Sustentabilidade com base na *Global Reporting Initiative* (GRI)

O GRI³⁶ é uma organização internacional que desenvolveu um modelo de relatório de sustentabilidade baseado em indicadores. Entre seus objetivos está a comunicação do impacto dos negócios em questões críticas de sustentabilidade como mudanças climáticas, governança, direitos humanos e bem-estar social, a partir de informações relevantes, confiáveis e padronizadas (GRI). Os padrões dos relatórios de sustentabilidade foram desenvolvidos com as contribuições de diversas partes interessadas, levando-se em consideração o interesse público.

Segundo a GRI, os principais motivos para as empresas implementarem os relatórios de sustentabilidade são: (a) demonstrar compromisso com os impactos ambientais e sociais; (b) transparência nas relações; (c) mostrar a capacidade de participação em mercados competitivos; e (d) posicionar a empresa nas questões de sustentabilidade.

Ainda de acordo com a GRI, o Brasil está em terceiro lugar no mundo em número de empresas que publicam relatórios de sustentabilidade. O país é um dos líderes no envolvimento junto à iniciativa.

Amaral (2003) entende que a GRI

é um acordo internacional, criado com uma visão de longo prazo, “*multi-stakeholder*”, cuja função é elaborar e difundir o guia para elaboração de relatórios de sustentabilidade aplicáveis globalmente e voluntariamente, pelas organizações que desejam dar informações sobre os aspectos econômicos, ambientais e sociais de suas atividades, produtos e serviços (AMARAL, 2003, p.147).

As diretrizes do GRI são aplicáveis universalmente a empresas de todos os tipos, tamanhos e setores do mercado. A sustentabilidade foi dividida em três grandes dimensões: ambiental, econômica e social. A partir destas áreas desenvolveu-se uma série de indicadores de desempenho.

As empresas, ao aderirem ao relatório de sustentabilidade implementam indicadores, que são dispostos em módulos inter-relacionados e representam as melhores práticas de relato dos impactos econômicos, ambientais e sociais dos seus negócios.

Na elaboração do roteiro do setor químico para se atingir as contribuições nacionalmente determinadas (NDC) do Brasil, foram analisados os indicadores referentes às

³⁶ <https://www.globalreporting.org>.

emissões de gases de efeito estufa. Estes pertencem à dimensão da sustentabilidade ambiental, aspecto emissões.

A divulgação de informações sobre emissões de GEE da GRI baseia-se nos requisitos para elaboração de relatórios previstos no padrão internacional GHG Protocol, que no Brasil equivale ao Programa Brasileiro GHG Protocol (vide seção 4.3.4) e com as definições da norma ABNT NBR ISO 14.064-1.

A versão mais recente da GRI é a G4, que define os indicadores de emissões de gases de efeito estufa de acordo com o Quadro 9.

Quadro 9 - Indicadores de emissão de gases de efeito estufa da GRI

Indicador³⁷	Definição
EN15	Emissões diretas de GEE.
EN16	Emissões indiretas de gases de efeito estufa provenientes da aquisição de energia.
EN17	Outras emissões indiretas de gases de efeito estufa.
EN18	Intensidade de emissões de gases de efeito estufa.
EN19	Redução de emissões de gases de efeito estufa.

Fonte: Adaptado de GRI G4 Diretrizes para relato de sustentabilidade. 2015.

As empresas selecionadas para o estudo de caso divulgaram seus indicadores de emissões de GEE nos relatórios de sustentabilidade baseados nas diretrizes da GRI. Foram analisados os indicadores referentes às emissões diretas (EN15) e emissões indiretas provenientes da aquisição de energia elétrica (EN16), já que para os demais indicadores há diferenças na forma de relato, o que poderia invalidar eventuais comparações.

6.2 As indústrias químicas selecionadas e seus indicadores de gases de efeito estufa

Inicialmente foi feita uma breve descrição das indústrias selecionadas baseada nas informações públicas disponíveis nos sites das empresas e em seus relatórios de sustentabilidade, também públicos, ano-base 2016. Na sequência realizou-se análise comparativa dos indicadores

³⁷ Conforme a terminologia da GRI

de redução de emissões e, a partir destes e do já exposto sobre inventários de emissões de GEE e mercado de emissões, propôs-se um *roadmap* de como o setor químico pode chegar às metas de redução estabelecidas pelo Brasil, levando-se em conta: inovações, mudanças de processo produtivo, utilização de novas tecnologias de baixo carbono e melhorias nos procedimentos e controles internos.

Nesta dissertação as empresas selecionadas são chamadas de empresa A e empresa B.

6.2.1 A empresa A

A empresa A é uma multinacional brasileira de capital privado, com sede no Estado de São Paulo, fábricas, além do Brasil, nos Estados Unidos da América e escritórios na Europa (Áustria). Tem atuação no setor de especialidades químicas à base de nitrocelulose. Seus produtos atendem os setores de tintas industriais, repintura automotiva, embalagens flexíveis, cosméticos, farmacêutico, madeira e couro.

A nitrocelulose é proveniente da madeira ou do linter do algodão, este último uma matéria-prima considerada biorrenovável. A empresa também comercializa ácido sulfúrico, utilizado no mercado brasileiro nos setores químico, fertilizantes, papel e celulose, sucroalcooleiro e sulfatos.

Segundo seu relatório de sustentabilidade, a empresa A ocupa o quarto lugar entre as empresas do segmento Químico e Petroquímico e contou, no Brasil, com 885 funcionários e 386 terceirizados e aprendizes.

Em 2016 foram produzidas em torno de 600 toneladas por mês de nitrocelulose e a receita líquida foi de mais de R\$ 551 milhões; o crescimento foi de 10% (Relatório de Sustentabilidade da empresa A).

De acordo com os critérios do GRI, a empresa definiu cinco pilares estratégicos e dez temas importantes. O meio ambiente é um dos pilares e o controle de emissões um dos temas considerados importantes.

O tema controle de emissões também envolve o risco de lançamento de gases orgânicos voláteis e sequestro de dióxido de carbono³⁸. Os indicadores referentes aos gases de efeito estufa da empresa A são apresentados no Quadro 10:

Quadro 10 - Indicadores de emissões de gases de efeito estufa da empresa A.

Indicador GRI	Tema
EN15	Emissões diretas de gases de efeito estufa (GEE) (escopo 1)
EN16	Emissões indiretas de gases de efeito estufa (GEE) provenientes da aquisição de energia (escopo 2)
EN17	Outras emissões indiretas de gases de efeito estufa (GEE) (escopo 3)

Fonte: Adaptado de Relatório de Sustentabilidade da empresa A. 2016.

Na Tabela 8 estão os valores dos indicadores de emissões diretas e indiretas de gases de efeito estufa do ano em análise, em toneladas de CO₂ equivalente.

Tabela 8 - Indicadores de emissões de gases de efeito estufa da empresa A em tCO₂e.

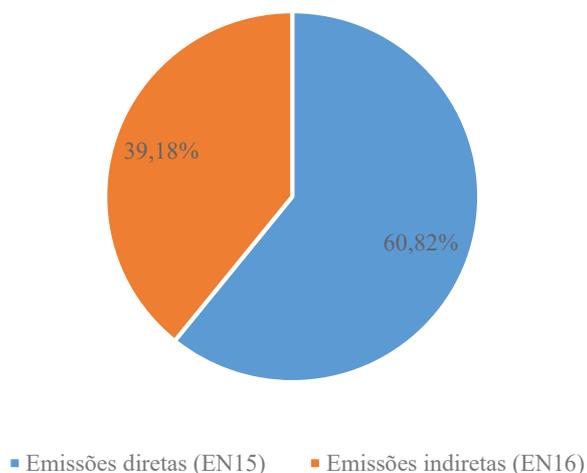
Indicador GRI	Valor
Emissões diretas (EN15)	7.416,83
Emissões indiretas (EN16)	4.778
Total	12.194,83

Fonte: Adaptado de Relatório de Sustentabilidade da empresa A. 2016.

A Figura 17 mostra o percentual dos indicadores de GEE da empresa A no ano de 2016.

³⁸ Esta dissertação analisa os gases de efeito estufa, portanto os orgânicos voláteis não foram considerados.

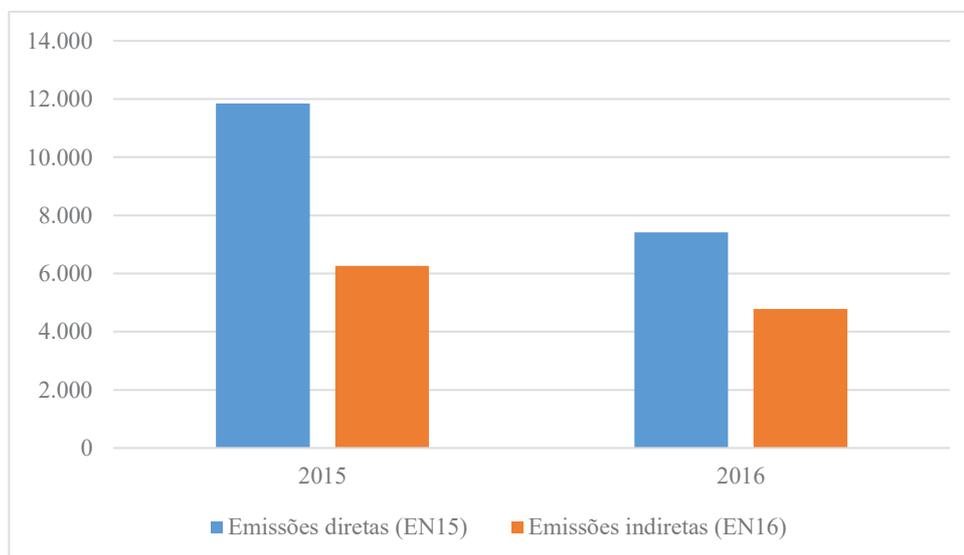
Figura 17 – Percentual dos indicadores de emissões de GEE da empresa A em 2016



Fonte: Adaptado de Relatório de Sustentabilidade da empresa A. 2016.

O Relatório de Sustentabilidade da empresa A também apresenta os indicadores do ano de 2015. A Figura 18 ilustra que a empresa está reduzindo suas emissões.

Figura 18 - Indicadores de emissões de GEE da empresa A nos anos de 2015 e 2016 em tCO₂e.



Fonte: Adaptado de Relatório de Sustentabilidade da empresa A. 2016.

No ano de 2015 o total de emissões foi 18.103 tCO₂e e em 2016 foi 12.194,83 tCO₂e, o que representa uma redução de 33%. Trata-se de uma redução significativa, considerando que a empresa reduziu aproximadamente um terço de suas emissões em apenas um ano.

Indicadores de intensidade carbônica (IIC) da empresa A

Conforme a Tabela 8, a empresa A gerou 7.416,83 tCO₂e de emissões diretas, 4.778 tCO₂e de emissões indiretas, totalizando 12.194,83 tCO₂e e, de acordo com seu Relatório de Sustentabilidade foram produzidas 7.200 toneladas em 2016.

A Tabela 9 apresenta os indicadores de intensidade carbônica da empresa A.

Tabela 9 - Indicadores de intensidade carbônica (IIC) da empresa A em 2016 em tCO₂e/t

Indicador de Intensidade carbônica	Valor
IIC emissões diretas	1,030
IIC emissões indiretas	0,664
IIC emissões diretas e indiretas	1,694

Fonte: A autora.

6.2.2 A empresa B

A empresa B é uma petroquímica, multinacional brasileira, com plantas no Brasil, América do Norte e Europa. A indústria petroquímica transforma subprodutos do petróleo, como a nafta e o gás natural, em materiais de uso industrial ou em produtos finais destinados à sociedade. Segundo o Relatório de Sustentabilidade, “este é um setor fundamental para o crescimento da economia e o desenvolvimento da sociedade moderna”.

A empresa produz as resinas termoplásticas: policloreto de vinila, polietileno e polipropileno e os petroquímicos básicos: eteno, propeno e butadieno. Seus produtos são vendidos para diferentes segmentos, como construção civil, agrícola, embalagens, automobilístico, farmacêutico, higiene e limpeza e bens de consumo.

Em 2016 produziu em torno de 20 milhões de toneladas de resinas e outros produtos químicos. A receita bruta no ano em análise foi de mais R\$ 55 bilhões e conta com mais de 7.000 colaboradores e 8.000 fornecedores no mundo.

As vendas no mercado nacional foram de 1,9 milhão de toneladas, alta de 5% em relação ao ano de 2015. Em 2016 a empresa exportou R\$ 1,7 milhão para mais de 100 países e realizou investimentos na ordem de R\$ 2,9 bilhões. A empresa B elabora e publica seu inventário de emissões de gases de efeito estufa conforme o Programa Brasileiro GHG Protocol (vide seção 4.3.4) desde o ano de 2010.

De acordo com os critérios da GRI, os indicadores de emissões de gases de efeito estufa pertencem à sustentabilidade ambiental e são considerados aspectos materiais. A empresa B relata todos os indicadores da GRI (vide Quadro 9).

Na Tabela 10 estão os valores dos indicadores de emissões diretas e indiretas de gases de efeito estufa do ano em análise, em milhares de toneladas de CO₂ equivalente.

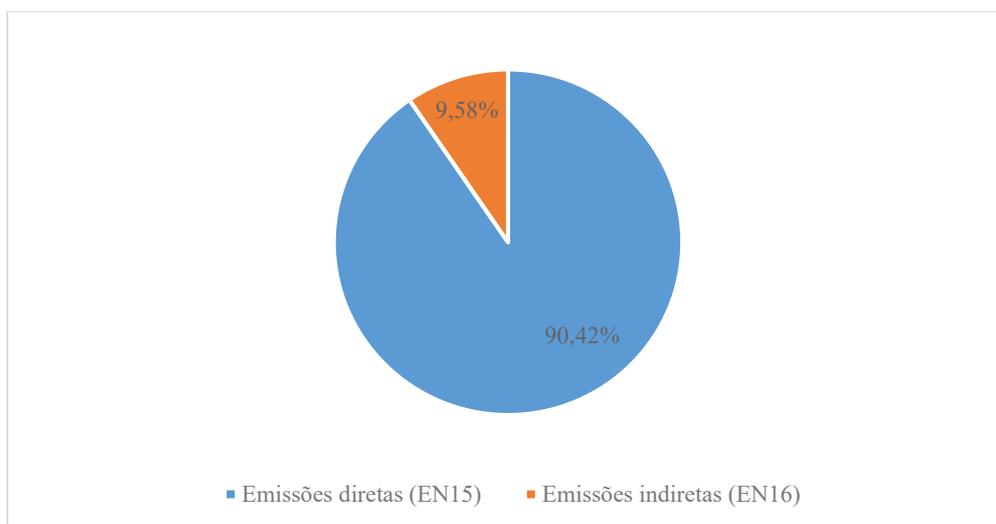
Tabela 10 - Indicadores de emissões de gases de efeito estufa da empresa B em ktCO₂e.

Indicador GRI	Valor
Emissões diretas (EN15)	9.253
Emissões indiretas (EN16)	980
Total	10.233

Fonte: Adaptado de Relatório de Sustentabilidade da empresa B. 2016.

A Figura 19 mostra o percentual dos indicadores de GEE da empresa B no ano de 2016.

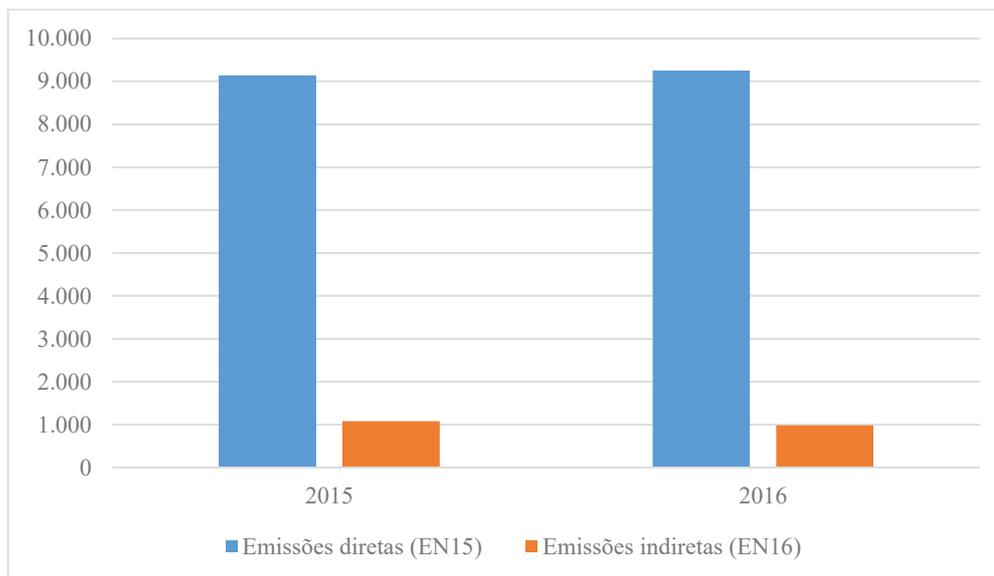
Figura 19 - Percentual dos indicadores de emissões de GEE da empresa B em 2016



Fonte: Adaptado de Relatório de Sustentabilidade da empresa B. 2016.

A empresa A também apresenta em seu Relatório de Sustentabilidade os indicadores do ano de 2015. A Figura 20 mostra a evolução das emissões nestes dois anos.

Figura 20 - Indicadores de emissões de GEE da empresa B nos anos de 2015 e 2016 em ktCO₂e.



Fonte: Adaptado de Relatório de Sustentabilidade da empresa B. 2016.

No ano de 2015 o total de emissões foi 10.217 ktCO₂e e em 2016 foi 10.233 ktCO₂e, o que pode ser considerado como uma equivalência entre os dois anos, visto que representa menos de 0,002%. A empresa pode atuar no sentido de buscar novas alternativas para redução gradual de suas emissões.

Indicadores de intensidade carbônica (IIC) da empresa B

Conforme a Tabela 10, a empresa B gerou 9.140 ktCO₂e de emissões diretas, 1.077 ktCO₂e de emissões indiretas, totalizando 10.217 ktCO₂e e, de acordo com seu Relatório de Sustentabilidade foram produzidas 20.000.000 toneladas em 2016.

A Tabela 11 apresenta os indicadores de intensidade carbônica da empresa B em 2016.

Tabela 11 - Indicadores de intensidade carbônica (IIC) da empresa B em 2016, em tCO₂e/t

Indicador de Intensidade carbônica	Valor
IIC emissões diretas	0,457
IIC emissões indiretas	0,054
IIC emissões diretas e indiretas	0,511

Fonte: A autora.

As empresas A e B realizam atividades diferentes, A empresa B gera muitos produtos petroquímicos enquanto o principal produto da empresa A é a nitrocelulose. No ano em análise, a empresa B teve uma produção anual de 20 milhões de toneladas enquanto a empresa A teve 7.200 toneladas. Pela produtividade anual, pode-se perceber que a empresa B é bem maior do que a A. Além disso, seus processos produtivos são diferentes, por esta razão não interessa somente comparar os indicadores de emissão de gases de efeito estufa, o que poderia levar a conclusões inconsistentes.

A Tabela 12 mostra os indicadores de intensidade carbônicas das empresas A e B.

Tabela 12 - Indicadores de intensidade carbônicas das empresas A e B em tCO₂e/t

Indicador de Intensidade carbônica	IIC empresa A	IIC empresa B
IIC emissões diretas	1,030	0,457
IIC emissões indiretas	0,664	0,054
IIC emissões diretas e indiretas	1,694	0,511

Fonte: A autora.

Pela Tabela 12 verifica-se que a empresa B tem indicadores de intensidade carbônica bem menores que a empresa A. Para se considerar qual seria por melhor indicador, é necessário analisar os processos de fabricação de cada produto envolvido e verificar opções de redução de emissões para cada etapa da produção. Este é mais um exemplo da diversidade da indústria química, como já apresentado no Capítulo 3 e Figura 3.

6.3 O *roadmap* para o setor químico

6.3.1 Algumas considerações sobre *roadmaps*

Os *roadmaps* são ferramentas que auxiliam na visão a longo prazo de um determinado assunto, em especial no desenvolvimento, implementação e execução de novas atividades e tecnologias numa organização. Também contribuem na identificação, avaliação e seleção de estratégias para a tomada de decisão.

Segundo Coelho et al (2005), os *roadmaps* fazem o alinhamento entre o mercado e a estratégia competitiva, considerando o planejamento, as metas e os cronogramas para se atingir os objetivos e orientam quanto à sistematização e organização de diversos fatores, auxiliando na procura de caminhos para a solução de problemas.

Ainda de acordo com Coelho et al (2005), o *roadmap* é

uma ferramenta de apoio a uma equipe encarregada do desenvolvimento de um produto fornecendo o método para ligar sua estratégia às ações futuras e incorporar explicitamente um plano para que a infraestrutura, as competências e as tecnologias necessárias estejam disponíveis no momento adequado (COELHO et al, 2005, p. 5).

O *roadmap* permite monitorar progressos e aponta as diversas possibilidades para um determinado conteúdo.

No que se refere ao setor industrial, os *roadmaps* apresentam de forma detalhada as tendências de uma área de conhecimento, bem como as ações a serem realizadas ao longo do tempo. A estrutura da indústria e as estratégias-chave da empresa são relacionadas com os desafios técnicos e estes relacionados aos desenvolvimentos tecnológicos identificados (COELHO et al, 2005).

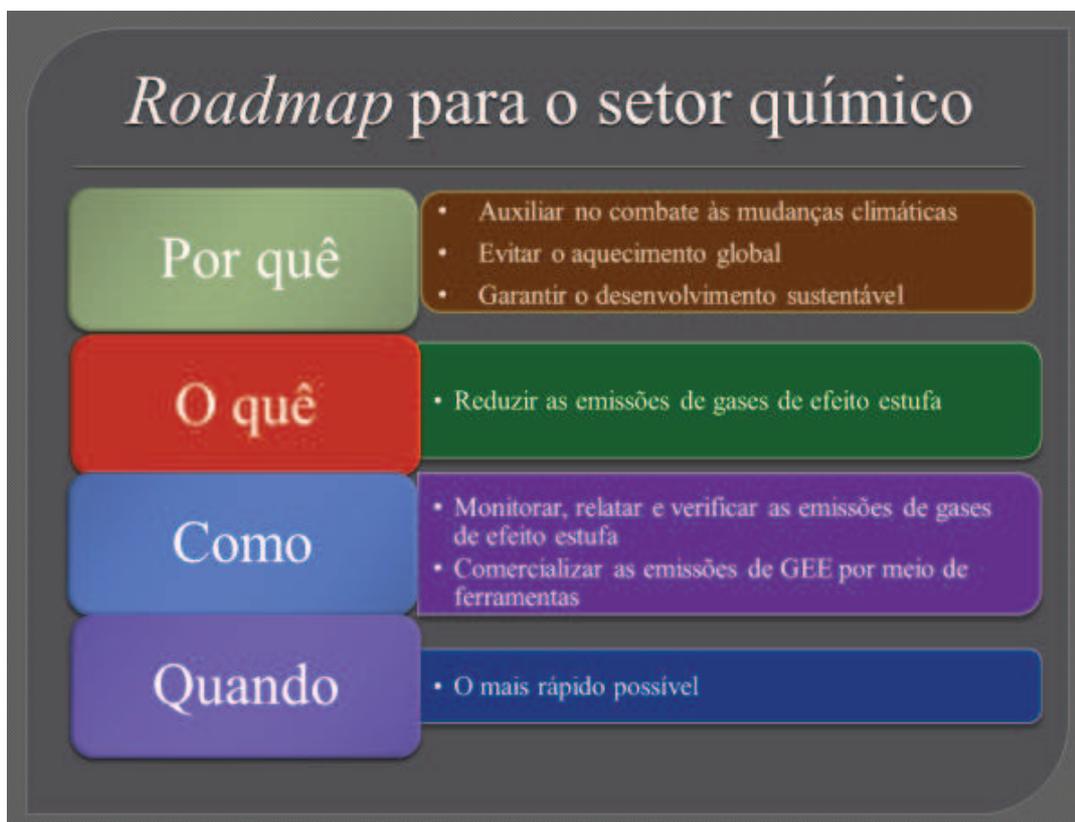
Para se atingir as metas de redução de gases de efeito estufa propostas pelo Brasil, o *roadmap* vai auxiliar na organização de um caminho a ser desenvolvido e mostrar a informação sobre a situação atual e os pontos críticos, como também as estratégias para se chegar aos objetivos a serem alcançados no espaço de tempo considerado, ou seja, redução de 37% até o ano de 2025.

Para se estruturar o *roadmap* devem ser respondidas as perguntas críticas: por quê; o quê; como e quando (também conhecido pelas palavras em inglês *why-what-how-when*).

6.3.2 O roadmap para o setor químico atender às metas de redução de gases de efeito estufa

Para a elaboração do *roadmap* para o setor químico auxiliar o país a atingir as metas de redução de gases de efeito estufa (NDC), buscou-se responder e propor soluções às perguntas críticas, por quê, o quê, como e quando. A Figura 21 apresenta o *roadmap* para o setor químico.

Figura 21 – O roadmap aplicado ao setor químico



Fonte A autora

Primeira pergunta - Por quê

Quanto à pergunta “por quê”, as respostas aos dois primeiros tópicos já foram apresentadas nas seções iniciais desta dissertação, sobre o aquecimento global no planeta Terra, a criação e a importância da Convenção – Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima e das negociações nas Conferências das Partes e o estabelecimento das metas de redução de gases de efeito estufa para todos os países signatários da Convenção. Para garantir o desenvolvimento sustentável (vide Apêndice A), a elaboração, implementação e execução de políticas públicas e programas que visem a minimização dos efeitos do aquecimento global já tendem a manter capacidade de atendimento das necessidades das futuras gerações.

Segunda pergunta - O quê

Para a segunda pergunta (o quê), o foco é a redução das emissões de gases de efeito estufa. Esta é a base para todas as demais atividades já que os GEE são os principais causadores do aquecimento global.

Os valores das Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil (vide seção 4.3.3) mostram que o setor químico já vem reduzindo suas emissões. Também os dados apresentados das duas indústrias químicas selecionadas para o estudo de caso apontam a tendência de redução de emissões. O indicador de intensidade carbônica (IIC) da empresa B pode servir de *benchmarking*³⁹ para empresa A e demais empresas do setor, pois demonstra a produção por meio de processos que gerem menos emissões de GEE.

³⁹ Segundo o dicionário Michaelis (<http://michaelis.uol.com.br>), *benchmarking* é processo de avaliação empresarial que consiste na análise dos métodos, procedimentos e desempenho dos concorrentes, de modo a incorporar aqueles que são julgados operacionalmente eficientes, buscando atualização e aperfeiçoamento em função de adequar-se à disputa do mercado.

Terceira pergunta - Como

Já para a questão “como” várias ações podem ser realizadas. Pelo exposto acima é fundamental o ponto de partida para evitar o aquecimento global que é a redução das quantidades de gases de efeito estufa e a melhor forma para isso é conhecer as fontes que geram emissões destes gases. Conhecer, controlar e publicar são atividades que as empresas podem fazer para tal fim. É a utilização do conceito de monitoramento, relato e verificação (MRV). O monitoramento é a forma de se mensurar e calcular sua geração. A partir deste conhecimento, a organização tem condições de relatar suas emissões. A forma mais usada é o inventário de emissões de gases de efeito estufa (vide Capítulo 4). Atualmente também é fundamental ter o parecer de uma parte externa e independente, para confirmar o que foi atestado pela empresa. É aqui que entra a verificação. O Brasil determinou critérios para se certificar este processo, baseado na norma ABNT ISO 14.065 (Quadro 5).

Como exposto na seção 4.3.4, os inventários de emissões de GEE baseados no Programa Brasileiro GHG Protocol são passíveis de publicação no Registro Público de Emissões e, das 140 empresas que publicaram seus inventários no ano de 2016, somente três são do setor químico, sendo que duas da área de cosméticos. Assim, pode-se concluir que neste tema de como reduzir as emissões de gases de efeito estufa a indústria química tem um campo grande de atuação para auxiliar no atingimento das metas de redução de GEE do Brasil. Mais organizações, ao implementar procedimentos de MRV poderão conhecer melhor sua geração e, a partir daí, propor programas de redução e/ou comercialização de emissões.

O Brasil é considerado um dos países ativos nas conferências anuais do clima, e desde o ano de 2009 tem sua política nacional sobre clima (lei nº 12.187/09). Pode-se dizer que esta política foi implementada com sucesso já que vem gerando diversos desdobramentos. Entre estes, o Plano Nacional sobre Mudança do Clima que integra os planos de ação para a prevenção e controle do desmatamento nos biomas e pelos planos setoriais de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas. Ambos os planos foram estudados e estão em fase de implantação.

Porém ainda há muita ação a ser executada, como o planejamento e construção de um Programa Nacional de Relatórios de Gases de Efeito Estufa e o consequente registro nacional de emissões/ remoções de GEE, regulado pelo governo federal. Este programa deve atender diversas áreas e contar com a contribuição dos estados, federações e associações setoriais no

levantamento dos dados, definir indicadores setoriais para estimular os envolvidos a reduzir suas emissões, e atingir as contribuições nacionalmente determinadas (NDC) do Brasil.

Ainda, os fundamentos de um Programa Nacional de Relatórios de GEE podem servir como base de articulação e negociação de instrumentos econômicos para a precificação de carbono. É fundamental a participação dos diversos ministérios envolvidos com a implantação da política climática, como o Ministério do Meio Ambiente, Ministério da Fazenda e o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, bem como a integração com os programas e iniciativas já existentes.

Outra opção para responder à pergunta “como” é a reativação do comércio de emissões.

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo é uma das opções de mercado de carbono. Foi muito utilizado no primeiro período de compromisso do Protocolo de Quioto, porém teve drástica queda a partir do ano de 2013. Mesmo estando válido até 2020, o futuro do MDL é incerto. A possível simplificação de seus procedimentos e metodologias podem ajudar, porém sem requisitos internos dos países que estimulem o registro, monitoramento e comercialização dos créditos, este mecanismo tende a permanecer com pouca procura pelos países membros da UNFCCC.

Para o setor químico o MDL auxiliou algumas empresas (as que tiveram projetos aprovados junto à UNFCCC) a reduzir suas emissões devido à comercialização dos créditos dos projetos de óxido nitroso e outros pertencentes ao escopo setorial 5, indústria química (vide Capítulo 4).

O novo mecanismo de mercado de carbono criado no Acordo de Paris vem sendo chamado de Mecanismo de Desenvolvimento Sustentável (MDS) com início previsto para 2020. Há um grupo específico criado pela UNFCCC para viabilizar a implementação e operacionalização do MDS, que consta do artigo 6, parágrafo 4

Um mecanismo para contribuir para a mitigação das emissões de gases de efeito estufa e para apoiar o desenvolvimento sustentável está por este meio estabelecido sob a autoridade e orientação da Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes do Acordo de Paris para utilização pelas Partes numa base voluntária. Ele deve ser supervisionado por um organismo designado pela Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes do Acordo de Paris, e terá por objetivo: (a) Promover a mitigação das emissões de gases de efeito estufa, fomentando simultaneamente o desenvolvimento sustentável; (b) Incentivar e facilitar a participação na mitigação das emissões de gases de efeito estufa por entidades públicas e privadas autorizadas por uma Parte; (c) Contribuir para a redução dos níveis de emissão na Parte anfitriã, que irá beneficiar de atividades de mitigação, resultando em reduções de emissões que também podem ser utilizadas por outra Parte para cumprir sua contribuição

nacionalmente determinada; e (d) Entregar uma mitigação conjunta em emissões globais. (ACORDO DE PARIS, 2015, p.29).

Trata-se de um instrumento válido a todos os países signatários da Convenção do Clima. Entre as recomendações da UNFCCC para sua viabilização destaca-se: a participação voluntária autorizada por cada país envolvido; benefícios reais, mensuráveis e de longo prazo para a mitigação das mudanças climáticas; determinação de escopos específicos para as atividades; reduções de emissões que sejam adicionais às que ocorreriam por outra forma; verificação e certificação das reduções de emissões resultantes de atividades de mitigação por entidades operacionais designadas; e alinhamento e eventual utilização de outros mecanismos já existentes.

Vale destacar, como já mencionado anteriormente que este novo mecanismo é válido para países desenvolvidos e em desenvolvimento. A partir de sua entrada em vigor, organizações de diferentes países, ou mesmo, dentro de seu próprio país poderão negociar suas emissões, considerada uma das formas de redução e garantindo o comprometimento com as NDC.

Segundo Torres et al, com a entrada em vigor do Acordo de Paris, o seu novo mecanismo de comércio de emissões pode ser uma oportunidade aos países em desenvolvimento no que se refere ao mercado voluntário de créditos de carbono.

Já a Fiesp (2017) entende que se houver uma política de cortes de emissões definidas setorialmente e os mecanismos de mercado de carbono continuem com baixa utilização, corre-se o risco de busca por isenções e tratamentos diferenciados para aqueles setores que possuem uma tributação de carbono mais elevada, para evitar alta carga tributária e eventuais privilégios aos segmentos com baixa tributação e, assim, haveria a possibilidade de não se atingir a meta de redução de emissões.

Outra forma de reduzir suas emissões é pela busca de inovações e novas tecnologias que assegurem a competitividade e o crescimento da economia, porém com processos menos impactantes ao meio ambiente.

Neste sentido o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações desenvolveu uma série de estudos visando apresentar opções de mitigação de emissões de GEE em setores-chave do Brasil (MCTIC, 2017). Entre os setores-chave está o setor industrial, que foi subdividido nos seguintes segmentos: alimentos e bebidas, cerâmica, cimento, ferro-gusa e

aço, ferro-ligas, metalurgia de metais não ferrosos, mineração e pelotização, papel e celulose, químico e petroquímico e têxtil.

Segundo Rathmann et al (2017)

as metas de redução de emissões de GEE são compatíveis com uma agenda de desenvolvimento sustentável, pois podem conciliar benefícios econômicos e sociais, como aumento do PIB e diminuição na desigualdade de distribuição de renda (RATHMANN et al., 2017, p. 12).

Ainda de acordo com Rathmann et al (2017) o objetivo de se analisar as opções de baixo carbono é apresentar o papel que cada setor econômico pode desempenhar para o cumprimento das metas de redução de emissões de GEE, por meio de modelagem de cenários de mitigação. Para tanto foram concebidos cenários e propostas de aplicação das melhores tecnologias disponíveis. O autor considera, ainda que a implementação das atividades de baixo carbono exige a remoção de barreiras por meio do aprimoramento e/ou elaboração de políticas públicas.

Para a indústria química foi apresentada a alternativa de mitigação melhoria da eficiência na recuperação de calor e de vapor nos processos, produção de polietileno verde no lugar do tradicional, utilização de combustíveis alternativos, como a substituição de combustíveis por gás natural ou pelo uso de biomassa, adoção de novos catalisadores, produção de olefinas via craqueamento catalítico, a instalação de biorrefinarias de biomassa, palha e bagaço de cana, localizadas prioritariamente próximas a usinas sucroalcooleiras, evitando uso de combustíveis fósseis, a produção de bioquímicos, como glicerina e propilenoglicol, aproveitando-se a estrutura existente da cadeia de óleos, a produção de amônia e metanol com base em hidrogênio, o uso de biomassa como matéria-prima, podendo originar novos produtos, diminuindo a pressão pelo uso de matéria-prima de origem fóssil.

Ainda para a indústria química, segundo a TCN (2016)

com o avanço das tecnologias de produção de biocombustíveis, a indústria química nacional tem começado a substituir os combustíveis fósseis, utilizados como matérias-primas em seus processos produtivos, por combustíveis de origem renovável. Tal ação visa à redução das emissões de gases de efeito estufa de processo. Adicionalmente, novas tecnologias de controle de N₂O foram adotadas, principalmente para a produção do ácido adípico, que era responsável pelas maiores emissões desse tipo de gás de efeito estufa (TCN..., 2016, vol. 3, p.101).

Além disso, ainda segundo as opções de mitigação desenvolvidas pelo MCTIC, a indústria química está desenvolvendo atividades inovadoras que poderão ser aplicadas, no longo prazo, para a redução direta e/ou indireta de emissões setoriais de GEE, como o uso de

sílica nos pneus para redução do consumo de combustíveis em veículos, a utilização de materiais avançados (compósitos/plásticos) para redução de peso de veículos, impactando na redução do consumo de combustível.

Segundo Henriques Jr (2010), as opções de mitigação para a redução de emissões de GEE podem ser agrupadas em seis grandes áreas: a) eficiência energética; b) reciclagem e economia de materiais; c) troca de fonte fóssil (substituição inter-energéticos); d) energia renovável (uso de biomassas e energia solar), e) eliminação de biomassas de desmatamentos (biomassas não-renováveis); e f) cogeração de energia. Para o item (a) eficiência energética, o autor recomenda as seguintes atividades: melhor integração de processos; uso de nova geração de recuperadores de calor para situações severas (altas temperaturas e pressões ou meio corrosivos); separação por membranas em substituição aos procedimentos convencionais líquido/líquido; utilização de novos catalisadores.

O indicador de intensidade carbônica torna-se uma ferramenta de grande importância para as indústrias químicas. Com ele as empresas poderão medir periodicamente sua redução real de emissões de gases de efeito estufa por tonelada de produto produzido e, a partir daí traçar estratégias para seu aprimoramento. Como exemplo, os três IIC da empresa B são mais eficientes que o da empresa A. Esta última pode trabalhar em pesquisas, inovações e busca de tecnologias diferenciadas para melhorar seu próprio IIC.

Outro ponto fundamental para se ter sucesso na implementação de ações e processos para se atender às metas de redução determinada do governo brasileiro é a capacitação. Segundo a Terceira Comunicação Nacional do Brasil (2016)

é por meio da capacitação que se aprimoram as habilidades técnicas dos atores governamentais e não governamentais para identificar opções de mitigação; quantificar seus respectivos potenciais e custos para os diversos setores da economia brasileira; e de avaliar os possíveis impactos das diferentes políticas climáticas sobre a economia brasileira ((TCN...), 2016, vol. 1, p. 107).

A partir do momento que se tem o conhecimento e a habilidade é possível elaborar propostas e programas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas.

Quarta pergunta - Quando

De acordo com o parágrafo 2 do artigo 4º do Acordo de Paris, cada Parte deve preparar, comunicar e manter sua contribuição nacionalmente determinada (NDC). As medidas de mitigação propostas e em andamento podem auxiliar os países a atingir suas metas. O parágrafo 4 do mesmo artigo 4º afirma que a NDC fará parte de um registro público mantido pela UNFCCC. Para tanto, será necessária a elaboração de modalidades e procedimentos para a operação e uso do referido registro público. Esta atividade está em andamento e requer a aprovação pela Conferência das Partes para entrar em vigor.

Para viabilizar e demonstrar seu progresso para se atingir as metas, cada Parte terá de adotar políticas, planos nacionais e ações. Estas medidas podem envolver leis que limitem a emissão de gases de efeito estufa para alguns setores da economia, ou estabelecer incentivos a atividades menos “carbono-intensivas”, como as energias renováveis.

Ainda, está previsto no Acordo de Paris uma estrutura de transparência pela qual os países deverão reportar periodicamente o inventário de suas emissões de gases de efeito estufa, e o progresso no cumprimento de sua NDC.

Estes relatórios serão submetidos à avaliação técnica de especialistas, que vão analisar a implementação da NDC e a coerência das informações, podendo solicitar seu aperfeiçoamento. Está prevista sessões de análise do progresso dos países no alcance de sua NDC, bem como nos esforços de suporte internacional.

Pelo exposto e, para responder esta pergunta do *roadmap*, quanto antes o setor químico se conscientizar da importância de se trabalhar junto com o governo brasileiro para atingir as metas de redução de gases de efeito estufa do país, mais cedo ele terá estratégias para desenvolver e implementar tecnologias de baixo carbono. Afinal, a proposta do governo brasileiro é até 2025, ou seja, sete anos, o que não está muito distante.

Algumas empresas do setor já estão atuando nisso, como pode ser visto nas seções 4.3.3 e 6.2. O fato do setor já estar reduzindo suas emissões (vide Tabela 4) de uma forma geral e, mais especificamente as duas empresas analisadas já que houve redução de 33% do total de emissões de 2015 para 2016 da empresa A (vide Figura 18) e a igualdade de emissões da empresa B entre os mesmos anos de 2015 e 2016 (Figura 20).

Enquanto ainda não há políticas específicas para indústria, como previsto pelo Comitê Técnico da Indústria de Baixo Carbono, o setor poderia estabelecer indicadores de intensidade carbônica próprios, para serem seguidos pelas indústrias químicas. Esta iniciativa, além de estimular o atingimento do IIC, pode levar a busca de inovações e novas tecnologias por mais empresas do segmento.

Assim sugere-se dar continuidade à pesquisa do tema, aprimorando o IIC para os diversos setores da indústria química, bem como instituir indicadores para outros setores considerados grandes emissores, como agricultura e transportes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como propósito abordar a importância de se minimizar os efeitos do aquecimento global e a contribuição do setor industrial químico para se diminuir as emissões dos gases de efeito estufa, os principais causadores deste fenômeno e, assim, auxiliar o Brasil a atingir suas metas de redução. Para tanto, foi feita análise detalhada das discussões e acordos firmados desde a criação da Convenção – Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, a UNFCCC, até a Conferência das Partes 22, ocorrida no final do ano de 2016.

As negociações em relação ao aquecimento global vêm evoluindo desde a instituição da Convenção do Clima. Percebe-se que nos primeiros anos, para se conseguir definir e implantar os temas debatidos nas Conferências das Partes levava-se mais tempo. Exemplo disso é a entrada em vigor do Protocolo de Quioto em 2004, sendo que o mesmo foi firmado em 1997. Já o Acordo de Paris, definido em 2015, teve sua aprovação em novembro de 2016, pouco mais de um ano de sua constituição.

A evolução das decisões aprovadas nas CoPs apontaram um direcionamento claro quanto à importância de se estabelecer metas de redução de gases de efeito estufa em todo o planeta. Já na CoP3 (1997), foram definidas metas aos países desenvolvidos, o que pode ter sido uma determinação precipitada, pois resultou na não adesão de todas as Partes. Os Estados Unidos, um dos maiores emissores do mundo não aderiram. Na ocasião ainda não se conhecia como atualmente os efeitos e as consequências das atividades antrópicas nas alterações do clima.

Os primeiros relatos de emissões de redução de GEE demonstraram que a temperatura da Terra continuava aumentando. Foi acordado limitar-se a temperatura em até 2°C até o ano de 2100 e, para tanto, as negociações foram evoluindo no sentido de que todos os países pudessem colaborar definindo suas metas, prevalecendo o princípio das responsabilidades comuns porém diferenciadas. Desta forma, foi possível se chegar ao Acordo de Paris, com a adesão da grande maioria dos países signatários da Convenção do Clima e a validação das metas de redução adequadas à sua realidade. As metas são voluntárias e levam em consideração a necessidade de os países manterem seu desenvolvimento.

Com a ratificação do Acordo de Paris os debates sobre as mudanças climáticas seguem numa nova configuração, já que quase todos os países se comprometeram a implementar suas metas de redução. Somente os Estados Unidos da América parecem estar indo na contramão,

já que havia assumido o compromisso de participar e posteriormente anunciou sua saída.

O grande desafio de todos os países é atender suas metas sem perder competitividade e continuar progredindo.

O Brasil vem tendo um papel importante nas negociações e assumiu metas ambiciosas de redução. É o momento de se organizar internamente para atender ao compromisso. O país continua tendo uma participação ativa nas conferências anuais do clima, foi uma das Partes, junto com a União Europeia, que contribuiu para o estabelecimento do novo mecanismo de mercado de emissões.

Com a promulgação da política nacional de mudança do clima (PNMC) em 2009, foram constituídos grupos setoriais que se reúnem periodicamente para viabilizar as iniciativas nacionais de redução de emissões. Desde então os grupos setoriais se reúnem para viabilizar as iniciativas nacionais de redução de emissões. A área industrial faz parte desses grupos, o que inclui a indústria química. Importante mencionar que há planos setoriais também para outros segmentos, como energia e uso da terra, considerados grandes emissores e, portanto, fundamentais para os estudos de redução de emissões de gases de efeito estufa.

O Plano Nacional sobre Mudança do Clima, também parte da PNMC, integra os planos de ação para a prevenção e controle do desmatamento nos biomas e os planos setoriais de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas estão em fase de implantação.

Vale ressaltar que conhecer suas emissões é fundamental. Daí a importância da contabilização, elaboração e relato por meio de inventários periódicos. Para se ter informações e dados cada vez mais confiáveis e comparáveis, torna-se necessário o alinhamento das iniciativas já existentes. Neste sentido, o setor governamental pode colaborar, propondo diretrizes para o desenvolvimento de inventários que considerem as mesmas premissas, como a utilização dos requisitos mais atuais da UNFCCC e as métricas e valores dos relatórios de avaliação mais recentes do IPCC. Atualmente, no Brasil, há diversas iniciativas, de diferentes organizações e uso de premissas nem sempre passíveis de comparações e análises.

Esse esforço levará à elaboração de um banco de dados sobre mitigação de GEE para todo o país, com referenciais para os diferentes setores e a adoção de políticas de mitigação das mudanças climáticas e de baixo carbono sobre a economia brasileira.

Ainda há muita ação a ser executada. Entre estas está a construção de um Programa Nacional de Relatórios de Gases de Efeito Estufa e o consequente registro nacional de emissões/remoções de GEE, regulado pelo governo federal. Este programa poderá ser dividido em

diversas áreas e contar com a contribuição dos estados, federações e associações setoriais no levantamento dos dados, também poderá definir indicadores para estimular os envolvidos a reduzir suas emissões e, assim, auxiliar o Brasil a atingir suas contribuições nacionalmente determinadas (NDC).

Os fundamentos de um Programa Nacional de Relatórios de GEE podem servir como base de articulação e negociação de instrumentos econômicos para a precificação de carbono.

É essencial a participação dos diversos ministérios envolvidos com a implantação da política climática, como o Ministério do Meio Ambiente, Ministério da Fazenda, Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços e o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, bem como a integração com os programas e iniciativas já existentes.

Outra importante forma de se minimizar as emissões de gases de efeito estufa é a comercialização de emissões. Alguns instrumentos foram muito utilizados no primeiro compromisso do Protocolo de Quioto (entre 2004 e 2012), como o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. O MDL está em vigor, porém com pouca utilização desde o início do segundo período de compromisso do Protocolo de Quioto em 2013.

O processo para a obtenção do registro de um projeto de MDL tem várias etapas e sua duração ficou muito longa, o que desanimou muitos dos potenciais participantes. Além disso, os países desenvolvidos (países “Anexo I” da Convenção do Clima) e, em especial, os países da União Europeia, reduziram sua participação e passaram a usar outros mecanismos para atingir seus compromissos de mitigação de GEE. Ainda, com a baixa procura, o valor de crédito caiu muito, havendo pouca margem de negociação, o que inviabiliza dar sequência à atividade.

O futuro do MDL é incerto. O Conselho da UNFCCC responsável por este mecanismo simplificou alguns dos procedimentos e metodologias visando torná-lo mais atrativo. Espera-se que, com a implementação e operacionalização do novo mecanismo de mercado de carbono previsto no Acordo de Paris, o MDL passe por adequações para voltar a ser atrativo e amplamente utilizado como uma das grandes ferramentas de negociação de créditos de carbono, auxiliando os diversos setores previstos na política nacional de mudança do clima para o cumprimento das metas de redução de emissões de gases de efeito estufa.

O setor químico está reduzindo suas emissões como pode ser visto em várias seções deste documento. Assim, pode-se afirmar que a indústria química já está se estruturando para diminuir ainda mais suas emissões de gás de efeito estufa e tem muito a colaborar com o país para o cumprimento das metas de redução estabelecidas pelo governo brasileiro e validadas

pelo Acordo de Paris.

A partir do *roadmap* proposto as indústrias químicas podem se organizar para implementar programas de redução de emissões de gases de efeito estufa, iniciando pela contabilização dos dados, relato e verificação externa de seus inventários. Muitas empresas já preparam seus inventários, no entanto não o publicam. A partir dos inventários é possível desenvolver planos e programas de redução. Aqui cabe reforçar a importância de se ter os indicadores de emissões de GEE e os indicadores de intensidade carbônica. A evolução anual destes indicadores apontará os pontos a serem melhorados.

Como recomendação, sugere-se estudar a viabilidade do setor definir indicadores de intensidade carbônica para os processos produtivos mais impactantes para, no decorrer do tempo as empresas poderem se comparar e, posteriormente criar *benchmarks*.

Cabe ao setor também buscar a utilização de mecanismos de mercado de carbono como forma de neutralizar e reduzir suas emissões. Estar atento às negociações internacionais para a operacionalização do novo mecanismo de mercado e alinhamento com os já existentes. A grande vantagem do novo mecanismo é que as empresas poderão negociar entre si suas emissões, além, claro, de comercializar com outros países, desenvolvidos e em desenvolvimento.

Quanto às inovações e novas tecnologias em fase de pesquisa e estudo, estas podem ser disponibilizadas num futuro próximo e passarão a fazer parte dos processos produtivos, proporcionando o aumento da competitividade com uma indústria de baixo carbono e mais sustentável. Há, ainda, a possibilidade de utilização de plantas fabris mais sustentáveis, com incentivo à melhoria de eficiência energética. Para viabilizar estas atividades é importante a ampliação de recursos para pesquisa e desenvolvimento, além de se intensificar a transferência de tecnologia e acordos de cooperação.

Em tempos de indústria 4.0 ou quarta revolução industrial, na qual ocorre a digitalização da manufatura, a rastreabilidade de processos, a avaliação do ciclo de vida dos produtos, otimização do uso de energia e de recursos naturais, bem como a conscientização cada vez da maior importância do desenvolvimento sustentável, as mudanças ocorrem muito rápido e as indústrias do setor químico têm de se programar para continuar competitivas e atendendo a essas novas demandas.

Para se trabalhar de acordo com essas novas necessidades, é essencial contar com colaboradores qualificados e capacitados para exercer suas funções. Considera-se

colaboradores os empregados das instituições, prestadores de serviço e fornecedores. De nada adianta a empresa ter uma equipe interna consciente dos riscos do aquecimento global se seus fornecedores atuam sem se preocupar com as questões ambientais.

Vale reforçar que o ano de 2025, ano estipulado para as metas, está muito próximo. Até lá o Brasil pretende reduzir suas emissões por meio da implementação de políticas públicas e programas setoriais visando a mitigação e adaptação às mudanças climáticas. A indústria química, em geral inovadora e aberta a novas iniciativas e demandas, pode desde já se organizar para auxiliar o país no atendimento de suas metas de redução de gases de efeito estufa e manter seu papel de país inovador e bastante participativo nos debates sobre o aquecimento global na Convenção do Clima.

Pelo exposto, pode-se concluir que os objetivos desta dissertação foram atendidos. Quanto ao objetivo geral, foi possível verificar que o setor industrial químico já vem trabalhando para reduzir suas emissões de gases de efeito estufa e, com base no que já está sendo feito, foram apresentadas propostas e sugerido *roadmap* para que as ações possam ser implementadas e, assim, contribuir para que o Brasil chegue ao estabelecido em suas contribuições nacionalmente determinadas.

Em relação aos objetivos específicos foram analisadas a evolução das discussões e as principais negociações entre as partes e seus resultados, como a publicação de inventários de emissões, comercialização de créditos de carbono e as metas de redução de gases de efeito estufa. Para a contabilização e relato foram detalhadas as diferentes iniciativas existentes no Brasil e a importância de se ter como fazer comparações para avaliar a evolução das emissões de GEE nas organizações. Também se propôs a criação de indicadores de desempenho e apresentado *roadmap* e, ainda, indicadores de intensidade carbônica (IIC) para servir de benchmarking entre os diferentes segmentos da indústria química.

Para finalizar sugere-se a continuidade desta linha de pesquisa, para o desenvolvimento e aprimoramento dos indicadores de intensidade carbônica nos diversos tipos de indústria química, bem como para outros setores emissores de gases de efeito estufa, como o de agricultura e energia.

REFERÊNCIAS

ABIQUIM. Associação Brasileira da Indústria Química. **Brasil: uma vocação natural para a indústria química**. São Paulo, 2015.

ABIQUIM. Associação Brasileira da Indústria Química. **Entraves logísticos do setor químico**. São Paulo, 2016.

ABIQUIM. Associação Brasileira da Indústria Química. **O Desempenho da Indústria Química Brasileira em 2016**. São Paulo, 2017.

ABNT NBR ISO 14064-1: **Gases de efeito estufa. Parte 1: Especificação e orientação a organizações para quantificação e elaboração de relatórios de emissões e remoções de gases de efeito estufa**. Rio de Janeiro, 2007.

ACORDO DE PARIS. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2016/04/Acordo-de-Paris.pdf>. Acesso em 22 jun 2017.

ALEXANDER, R. B. **Aquecimento global: alarme falso: entenda porque o CO₂ produzido pelo homem não é o grande vilão e como os relatórios climáticos da ONU foram baseados em informações manipuladas e insustentáveis**. 2010. Disponível em: https://books.google.com.br/books/about/Aquecimento_Global_alarme_falso.html?id=NXiwDQAAQBAJ&printsec=frontcover&source=kp_read_button&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false. Acesso em 28 ago 2017

ALBUQUERQUE, L. **Análise crítica das políticas públicas em mudanças climáticas e dos compromissos nacionais de redução de emissão de gases de efeito estufa no Brasil**. 2012. Disponível em http://objdig.ufrj.br/60/teses/coppe_m/LauraAlbuquerque.pdf. Acesso em 11 jun 2017.

AMARAL, S.P. **Estabelecimento de indicadores e modelo de relatório de sustentabilidade ambiental, social e econômica: uma proposta para a indústria de petróleo brasileira**. 2003. Disponível em <http://observatorioambiental.iff.edu.br/publicacoes/publicacoes-cientificas/spamaral.pdf>. Acesso em 24 jan 2018.

ANDEREGG, W. R. L. e Harold, J. **Climate science and the dynamics of expert consensus**. 2010. Disponível em https://web.stanford.edu/group/CCB/articles/Anderegg_ClimateConsensus_Report2009.pdf. Acesso em 20 jan 2018

BAES, C.F. et al. **Carbon dioxide and climate: the uncontrolled experiment: possibly severe consequences of growing CO₂ release from fossil fuels require a much better understanding of the carbon cycle, climate change and the resulting impacts on the atmosphere**. Disponível em <http://www.jstor.org/stable/27847841>. Acesso em 29 nov 2017.

BRASKEM. **Relatório de Sustentabilidade**. 2016. Disponível em <https://www.braskem.com.br/relatorioanual2016>. Acesso em 15 jan 2018.

COELHO, G.M. et al. **Caminhos para o desenvolvimento em prospecção tecnológica: Technology Roadmapping – um olhar sobre formatos e processos.** Disponível em http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/263/257. Acesso em 15 fev 2018.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, **Gestão corporativa da sustentabilidade: uma nova perspectiva.** Disponível em https://static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer_public/bf/db/bfdb0560-8419-445b-9b10-d6ade96315a8/cni.pdf. Acesso em 06 out 2017.

CONVENÇÃO – QUADRO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MUDANÇA DO CLIMA (UNFCCC). Disponível em <http://unfccc.int/2860.php>. Acesso em 11 jun 2017.

COSTA, C. G. F. **Implicações geopolíticas e governança ambiental na regulamentação da INDC brasileira.** 2016. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5401476>. Acesso em 14 abr 2017.

ESPECIFICAÇÕES DO PROGRAMA BRASILEIRO GHG PROTOCOL. 2011. Disponível em: https://s3-sa-east-1.amazonaws.com/arquivos.gvces.com.br/arquivos_ghg/152/especificacoes_pb_ghgprotocol.pdf. 2011 Acesso em 23 out 2017.

FIESP. **Mudança do clima - avaliação dos reflexos das metas de redução de emissões sobre a economia e a indústria brasileira.** 2017. Disponível em <http://az545403.vo.msecnd.net/uploads/2017/03/estudo-fiesp-mudanca-do-clima.pdf>. Acesso em 20 fev 2018.

FRANÇA, C. I. **Análise das emissões de gases de efeito estufa e consumo energético setorial do Estado de São Paulo por meio da matriz insumo-produto.** 2013. Disponível em <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/86/86131/tde-25092013-130430/pt-br.php>. Acesso em 18 jan 2018.

FRANÇA, F. P. e GURGEL, A.C. **Políticas de mitigação de mudanças climáticas e seus efeitos sobre o Brasil.** 2013. Disponível em <http://www.rea.ufv.br/index.php/rea/article/view/200/215>. Acesso 08 abr 2017.

GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard. 2015 Disponível em <http://www.ghgprotocol.org/corporate-standard>. Acesso em 22 out 2017.

GLOBAL REPORTING INITIATIVE (GRI). Disponível em <https://www.globalreporting.org/Information/about-gri/Pages/default.aspx>. Acesso em 25 jan 2018.

GLOBAL REPORTING INITIATIVE. **GRI Standards. GRI 305: Emissions.** 2016. Disponível em <https://www.globalreporting.org/standards/gri-standards-download-center/gri-305-emissions/>. Acesso em 25 jan 2018.

GLOBAL REPORTING INITIATIVE. **G4 Diretrizes para relato de sustentabilidade.** 2015. Disponível em <https://www.globalreporting.org/resourcelibrary/Brazilian-Portuguese-G4-Part-One.pdf>. Acesso em 03 fev 2018.

GODOY, S.G.M.; MACCHIONE, M.S. **Cap-and-trade e projetos de redução de emissões: comparativo entre mercados de carbono, evolução e desenvolvimento**. 2015. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-753X2015000100009&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em 08 abr 2017.

GRANZIERA, M. L.M.; REI, F. **O futuro do regime internacional das mudanças climáticas: aspectos jurídicos e institucionais**. 2015. Disponível em https://www.researchgate.net/profile/Fernando_Rei/publication/286371324_O_Futuro_do_Regime_Internacional_de_Mudancas_Climaticas/links/5668240308ae34c89a04dc12.pdf#page=17. Acesso em 16 maio 2017.

GRAY, V. **The cause of global warming**. 2001. Disponível em https://www.fcpp.org/pdf/The_Cause_of_Global_Warming_Policy_Series_7.pdf. Acesso em 20 jan 2018.

GVces. **Aplicação de Indicadores de Intensidade em Instrumentos Econômicos**. Centro de Estudos em Sustentabilidade da Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas. São Paulo. 2015. Disponível em <http://mediadrawer.gvces.com.br/publicacoes/original/gvces-relatorio-indicadores-de-intensidade-26-08-2015.pdf>. Acesso em 15 fev 2018.

HEIMAN, M. **A Review of the Contemporary Global Carbon Cycle and as Seen a Century Ago by Arrhenius and Högbom**. *Ambio*, v. 26, n. 1, Arrhenius and the Greenhouse Gases, 1997.

HENRIQUES JUNIOR, M. F. **Potencial de Redução de Emissão de Gases de Efeito Estufa pelo Uso de Energia no Setor Industrial Brasileiro**. 2010. Disponível em http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/mauricio_junior.pdf. Acesso em 18 jan 2018

HOFFMAN, R. **Análise de conteúdo: da teoria à prática em pesquisas sociais aplicadas às organizações**. 2013. Disponível em <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/gerais/v6n2/v6n2a03.pdf>. Acesso em 08 out 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estrutura detalhada e notas explicativas da CNAE 2.0**. Disponível em https://concla.ibge.gov.br/images/concla/documentacao/CNAE20_Subclasses_NotasExplicativas.pdf. 2014. Acesso em 06 out 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. CNAE. 2014. Disponível em: <https://cnae.ibge.gov.br/?view=divisao&tipo=cnae&versao=9&divisao=20>. Acesso em 06 out 2017.

MARQUES, F.A **Plataforma de Durban**. Pesquisa Fapesp, 2012. Disponível em: http://www.revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2012/01/038-039_1911.pdf. Acesso em 16 jun 2017.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES, **Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil**. 3ª edição. 2016. Disponível em: http://www.mct.gov.br/upd_blob/0237/237619.pdf. Acesso em 16 jul 2017.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES, **Status dos projetos do MDL no Brasil**. 2016. Disponível em http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/mecanismo_de_desenvolvimento_limpo/Mecanismo_de_Desenvolvimento_Limpo.html. Acesso em 14 jan 2018.

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS, **Plano setorial de mitigação e adaptação à mudança do clima para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na indústria de transformação – Plano Indústria Plano Indústria**. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/index.php/competitividade-industrial/acoes-e-programas-3/mudanca-do-clima/plano-industria/introducao>. Acesso em 26 set 2017.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES, **Terceira Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. 2016. Disponível em: <http://sirene.mcti.gov.br/documents/1686653/1706739/Volume+3.pdf/355d4a1e-9f3c-474a-982e-b4a63312813b>.

MOURA FILHO, J. B.; MICHELS, I. L. **A evolução da preocupação com o clima: o surgimento do mercado de carbono**. 2012. Disponível em: <http://78.46.60.201/rev/delos/18/mercado-carbono.pdf>. Acesso em 16 maio 2017.

NETO E.R. **Meios alternativos para a efetivação do direito internacional: os mecanismos de compliance em tratados multilaterais ambientais**. 2015. Disponível em: <https://revistajuridica.presidencia.gov.br/index.php/saj/article/view/1106>. Acesso em 21 set 2017.

NITROQUÍMICA. **Relatório de Sustentabilidade**. 2016. Disponível em http://relatoweb.com.br/nitroquimica/2016/pdf/Nitroquimica_2016.pdf. Acesso em 15 jan 2018.

NUNES, L.H. **Repercussões globais, regionais e locais do aquecimento global**. 2003. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Luci_Nunes/publication/265893192_Repercussoes_globais_regionais_e_locais_do_aquecimento_global/links/5798cc4908ae33e89fb0af3f.pdf. Acesso em 8 jan 2018.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (IPCC), disponível em http://www.ipcc.ch/news_and_events/docs/factsheets/FS_what_ipcc.pdf. Acesso em 11 jun 2017.

PECORARI, P. M.; LIMA, C.R.C. **A inovação ambiental como estratégia em busca da vantagem competitiva sustentada**. 2016. Disponível em <https://www.metodista.br/revistas/revistas-unimep/index.php/cienciatecnologia/article/view/3080/1867>. Acesso em 3 fev 2018.

PLASS G.R., FLEMING J.R; SCHMIDT G. **Carbon dioxide and the climate**. 2010. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/27859450>. Acesso em 28 nov 2017.

PROTOCOLO DE QUIOTO. Disponível em http://www.mct.gov.br/upd_blob/0012/12425.pdf. Acesso em 11 jun 2017.

RATHMANN, R. et al. **Trajatórias de mitigação e instrumentos de políticas públicas para alcance das metas brasileiras no Acordo de Paris**. 2017. Disponível em http://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/ciencia/SEPED/clima/arquivos/projeto_opcoes_mitigacao/publicacoes/Trajatorias-Ebook-b-1.pdf. Acesso em 18 fev 2018.

REGISTRO PÚBLICO DE EMISSÕES. Disponível em <http://www.registropublicodeemissoes.com.br/estatisticas/inventarios-por-setor>. Acesso em 24 out 2017.

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL, **Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada**. 2015. Disponível em <http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80108/BRASIL%20iNDC%20portugues%20FINAL.pdf>. Acesso em 11 jun 2017.

RIBEIRO, W. C. **Mudanças climáticas, realismo e multilateralismo**. 2002. Disponível em <http://www.agb.org.br/publicacoes/index.php/terralivre/article/view/144>. Acesso em 22 abr 2017.

SANTANA, A. C. **Redução de gases de efeito estufa na agroindústria canavieira brasileira: discussão do instrumento crédito de carbono à luz da economia de baixo carbono**. 2016. Disponível em: www.repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/21429/1/Santana%20Augusta%20Coelho.pdf. Acesso em 08 out 2017.

SANTOS, F. M. **Análise de conteúdo: a visão de Laurence Bardin**. Disponível em <http://www.reveduc.ufscar.br/index.php/reveduc/article/view/291/156>. Acesso em 08 out 2017.

SCOPEL, F. **Caracterização da fabricação e uso de compósitos poliméricos contendo fibras naturais com ênfase no polipropileno/sisal a partir da análise de documentos e patentes**. 2012. Disponível em <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/939/6540.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 3 fev 2018.

SILVA, A.H.; FOSSÁ, M.I.T. **Análise de conteúdo: exemplo de aplicação da técnica para análise de dados qualitativos**. 2015. Disponível em <http://revista.uepb.edu.br/index.php/qualitas/article/view/2113/1403>. Acesso em 08 out 2017.

SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA. **Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Brasil. 1970 – 2016**. Disponível em: <http://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2017/11/PPT-SEEG-5-LANCAMENTO-GERAL-2017.10.24-DIST.pdf>. Acesso em 20 nov 2017.

SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA. **Nota Metodológica. Processos Industriais e Uso de Produtos**. Disponível em <http://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2016/10/Nota-Metodologica-SEEG-5-Processos-Industriais-2017-10-18.pdf>. Acesso em 20 nov 2017.

SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA. Observatório do Clima. 2017. Disponível em: <http://seeg.eco.br/>. Acesso em 15 nov 2017.

SUBSÍDIOS PARA A ELABORAÇÃO DE UMA ESTRATÉGIA INDUSTRIAL BRASILEIRA PARA ECONOMIA DE BAIXO CARBONO. Caderno 4. **Nota Técnica Química.** 2012. Disponível em: https://s3-sa-east-1.amazonaws.com/arquivos.gvces.com.br/arquivos_gvces/arquivos/220/4_notatecnica_quimica.pdf. Acesso em 3 fev 2018.

SUGUIO, K. et al. **A grande farsa do aquecimento global.** 2012. Disponível em: <https://agfdag.wordpress.com/2012/05/19/carta-aberta-a-presidente-dilma-rousseff/>. Acesso em: 05 set 2017.

TORRES, C. et al. **Projetos de MDL no Brasil: oportunidade de mercado para empresas e para novas entidades operacionais designadas.** Disponível em http://www.scielo.br/pdf/asoc/v19n3/pt_1809-4422-asoc-19-03-00199.pdf. Acesso em 10 out 2017.

UNFCCC - **Annual report of the Executive Board of the clean development mechanism to the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Kyoto Protocol.** 2016. Disponível em <http://unfccc.int/resource/docs/2017/cmp13/eng/04.pdf>. Acesso em 25 out 2017.

UNFCCC - **Executive Board Annual Report 2014 – Clean development mechanism.** Disponível em http://unfccc.int/resource/docs/publications/unfccc_cdm-eb_annual_report2014.pdf. Acesso em 08 out 2017.

UNFCCC - **National Communications from Parties not included in Annex I to the Convention Compilation and synthesis of initial national communications. Sixth compilation and synthesis of initial national communications from Parties not included in Annex I to the Convention.** Disponível em <http://unfccc.int/resource/docs/2005/sbi/eng/18a02.pdf>. Acesso em 11 jun 2017

UNFCCC – **National greenhouse gas inventory data for the period 1990–2015.** Disponível em <http://unfccc.int/resource/docs/2017/sbi/eng/18.pdf>. Acesso em 19 out 2017.

UNFCCC – **NDC Registry.** Disponível em: <http://www4.unfccc.int/ndcregistry/Pages/Home.aspx>. Acesso em 21 jun 2017.

VIOLA E.; FRANCHINI M. **Brasil na governança global do clima, 2005-2012: A luta entre conservadores e reformistas.** Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/cint/v35n1/a02v35n1.pdf> Acesso em 08 out 2017.

APÊNDICE A - Termos e conceitos utilizados neste documento

Aquecimento global: o aumento gradual progressivo da temperatura da superfície da Terra que se pensa ser causado pelo efeito estufa e responsável por mudanças nos padrões climáticos globais (Convenção do Clima).

Carbono equivalente: a medida métrica utilizada para comparar as emissões dos diferentes GEE com base no sua potencial de aquecimento global (GWP da sigla em inglês para *Global Warming Potential*). O potencial de aquecimento global é usado para converter os gases de efeito estufa em equivalentes de dióxido de carbono (UNFCCC).

Crédito de carbono: a medida de redução de emissões de GEE foi padronizada em toneladas de carbono equivalente, sigla tCO₂e. Cada tonelada de CO₂e equivale a um crédito de carbono.

Clima: o tempo meteorológico médio ou descrição estatística em termos da média e da variância, de quantidades relevantes e mudanças no tempo meteorológico num período de tempo que vai de meses a milhões de anos. O período de tempo clássico é de 30 anos como definido pela Organização Meteorologia Mundial (OMM) (IPCC).

Contribuição nacionalmente determinada: meta de redução de emissões de GEE. Cada Parte da UNFCCC estabeleceu suas metas para combater o aquecimento global que foram validadas durante a CoP 21 em 2015. Também conhecida pela sigla NDC, em inglês *Nationally Determined Contribution*.

Nota: Até as NDCs serem validadas havia a palavra ‘pretendida’ na sua sigla. Após validação as metas são reais, não mias pretendidas, e esta palavra saiu da sigla.

Desenvolvimento sustentável: é o desenvolvimento capaz de suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações. É o desenvolvimento que não esgota os recursos para o futuro. Este conceito surgiu na Comissão

Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, das Nações Unidas.

Efeito estufa: é a captura e acúmulo de calor na atmosfera (troposfera) perto da superfície da terra. Parte do calor flui de volta para o espaço a partir da superfície da Terra e é absorvido pelo vapor de água, dióxido de carbono, ozônio, e vários outros gases na atmosfera e, em seguida, é novamente irradiado de volta para a superfície terrestre. Se as concentrações atmosféricas desses gases de efeito estufa aumentarem, a temperatura média da atmosfera irá aumentar gradualmente (UNFCCC).

Fator de emissão ou remoção de gases de efeito estufa (FE): fator que permite que as emissões de GEE sejam estimadas a partir de uma unidade disponível de dados de atividade (por exemplo, toneladas de combustível consumido, toneladas de produção produzida) e emissões absolutas de GEE (Especificações Do Programa Brasileiro GHG Protocol)

Fonte de gases de efeito estufa: qualquer processo ou atividade que libere um gás de efeito estufa, um aerossol ou um precursor de gás de efeito estufa na atmosfera (UNFCCC).

Gases de Efeito Estufa (GEE): constituintes gasosos da atmosfera, naturais e antrópicos, que absorvem e reemitem radiação infravermelha (UNFCCC).

Os gases de efeito estufa são: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hexafluoreto de enxofre (SF₆), hidrofluorcarbonos (HFCs), perfluorcarbonos (PFCs) e trifluoreto de nitrogênio (NF₃). Este último foi incluído no quinto relatório de avaliação sobre as mudanças climáticas globais do IPCC, de 2013. Os demais são citados no Anexo A do Protocolo de Quioto.

Indicador de Intensidade Carbônica (IIC): indicador que mede a quantidade de carbono por produção e que pode contribuir para a mitigação das mudanças climáticas. Geralmente estes indicadores apresentam relação com níveis de eficiência. Padronizou-se o uso de intensidade carbônica pois o dióxido de carbono é considerado o principal gás de efeito estufa, porém o indicador contempla todos os gases de efeito estufa.

Mudança climática: qualquer alteração no clima que possa ser atribuída direta ou indiretamente à atividade antrópica que altere a composição atmosférica global e seja adicional à variabilidade climática natural, ambas observadas em um período de tempo comparável (UNFCCC).

Potencial de Aquecimento Global: também conhecido pela sigla GWP, de *Global Warming Potential*. O CO₂ é o gás de efeito estufa de referência e seu GWP tem o valor igual a 1. A partir deste valor, estima-se a contribuição relativa de cada GEE para o aquecimento global. Esta métrica permite calcular quanto uma molécula de cada um dos GEE aquece a Terra, em relação ao tempo em que estes permanecem no ar antes de serem quebrados ou absorvidos.

Potencial de Temperatura Global: também conhecido pela sigla GTP, de *Global Temperature Potential*, é um índice que permite comparar as emissões dos GEE por meio de suas contribuições para a mudança na temperatura média na superfície terrestre em um dado horizonte de tempo futuro.

Pretendida contribuição nacionalmente determinada (também conhecida pela sigla INDC, em inglês *Intended Nationally Determined Contribution*): meta pretendida de redução de emissões de gases de efeito estufa que cada Parte da UNFCCC propôs para combater o aquecimento global. Na CoP 19 foi estabelecido que os países iriam definir suas metas até a CoP21 em 2015 e os compromissos vão valer a partir de 2020.

Sumidouro de gases de efeito estufa: unidade física ou processo que remove um GEE da atmosfera. (UNFCCC).

APÊNDICE B - Resumo das contribuições nacionalmente determinadas (NDC) do Brasil

Elaborado a partir de REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL, Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada, 2015.

MITIGAÇÃO

Contribuição: o Brasil pretende comprometer-se a reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 37% abaixo dos níveis de 2005, em 2025.

Contribuição indicativa subsequente: reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 43% abaixo dos níveis de 2005, em 2030.

Tipo: meta absoluta em relação a um ano-base.

Abrangência: todo o território nacional, para o conjunto da economia, incluindo CO₂, CH₄, N₂O, perfluorcarbonos, hidrofluorcarbonos e SF₆.

Ponto de referência: 2005.

Horizonte temporal: meta para o ano de 2025; valores indicativos de 2030 apenas para referência.

Métrica: Potencial de aquecimento global em 100 anos (GWP-100) usando valores do IPCC AR5.

Abordagens metodológicas, inclusive para estimativa e contabilização de emissões antrópicas de gases de efeito de estufa e, conforme apropriado, remoções: abordagem baseada em inventário para estimativa e contabilização das emissões antrópicas de gases de efeito estufa e, conforme apropriado, remoções, seguindo as diretrizes aplicáveis do IPCC.

Utilização de mecanismos de mercado: o Brasil reserva sua posição quanto à possibilidade de utilizar quaisquer mecanismos de mercado que venham a ser estabelecidos sob o acordo de Paris.

AÇÕES EM ADAPTAÇÃO

O Brasil considera adaptação um elemento fundamental do esforço global para enfrentar a mudança do clima e seus efeitos. A implementação de políticas e medidas de adaptação à mudança do clima contribui para a construção de resiliência de populações, ecossistemas, infraestrutura e sistemas de produção, ao reduzir vulnerabilidades ou prover serviços ecossistêmicos.

MEIOS DE IMPLEMENTAÇÃO

Esclarecimento sobre em que medida a contribuição depende de apoio internacional

Esta iNDC é apresentada em conformidade com os princípios e dispositivos da Convenção, em particular o Artigo 4, parágrafos 1 e 7, e Artigo 12, parágrafos 1(b) e 4.

Dessa forma, as políticas, medidas e ações para alcançar esta contribuição serão implementadas sem prejuízo de utilizar o mecanismo financeiro da Convenção, assim como de

utilizar quaisquer outras modalidades de cooperação e apoio internacional, com vistas a fortalecer a eficácia e/ou antecipar a implementação. A implementação da iNDC do Brasil não é condicionada a apoio internacional, mas está aberta ao apoio de países desenvolvidos com vistas a gerar benefícios globais.

Ações adicionais exigiriam aumento, em larga escala, do apoio internacional e dos fluxos de investimento, bem como do desenvolvimento, emprego, difusão e transferência de tecnologias.

Especificamente em relação ao setor florestal, a implementação de atividades de REDD+ e a permanência de resultados obtidos requerem a provisão contínua de pagamentos por resultados de forma adequada e previsível, em conformidade com as decisões relevantes da Conferência das Partes

INFORMAÇÃO ADICIONAL SOBRE A INDC

APENAS PARA FINS DE ESCLARECIMENTO

A iNDC do Brasil aplica-se ao conjunto da economia e, portanto, baseia-se em caminhos flexíveis para atingir os objetivos de 2025 e 2030. Nesse sentido, esta informação destina-se exclusivamente a prestar esclarecimentos adicionais.

ASPIRAÇÃO DE LONGO PRAZO

Em conformidade com a visão de longo prazo de conter o aumento da temperatura média global abaixo de 2°C em relação aos níveis pré-industriais, o Brasil envidará esforços para uma transição para sistemas de energia baseados em fontes renováveis e descarbonização da economia mundial até o final deste século, no contexto do desenvolvimento sustentável e do acesso aos meios financeiros e tecnológicos necessários para essa transição.

EQUIDADE E AMBIÇÃO

O Brasil pretende adotar medidas adicionais que são consistentes com a meta de temperatura de 2°C, em particular:

i) aumentar a participação de bioenergia sustentável na matriz energética brasileira para aproximadamente 18% até 2030, expandindo o consumo de biocombustíveis, aumentando a oferta de etanol, inclusive por meio do aumento da parcela de biocombustíveis avançados (segunda geração), e aumentando a parcela de biodiesel na mistura do diesel;

ii) no setor florestal e de mudança do uso da terra:

- fortalecer o cumprimento do Código Florestal, em âmbito federal, estadual e municipal;

- fortalecer políticas e medidas com vistas a alcançar, na Amazônia brasileira, o desmatamento ilegal zero até 2030 e a compensação das emissões de gases de efeito de estufa provenientes da supressão legal da vegetação até 2030;

- restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares de florestas até 2030, para múltiplos usos;

- ampliar a escala de sistemas de manejo sustentável de florestas nativas, por meio de sistemas de georeferenciamento e rastreabilidade aplicáveis ao manejo de florestas nativas, com vistas a desestimular práticas ilegais e insustentáveis;

iii) no setor da energia, alcançar uma participação estimada de 45% de energias renováveis na composição da matriz energética em 2030, incluindo:

- expandir o uso de fontes renováveis, além da energia hídrica, na matriz total de energia para uma participação de 28% a 33% até 2030;

- expandir o uso doméstico de fontes de energia não fóssil, aumentando a parcela de energias renováveis (além da energia hídrica) no fornecimento de energia elétrica para ao menos 23% até 2030, inclusive pelo aumento da participação de eólica, biomassa e solar;

- alcançar 10% de ganhos de eficiência no setor elétrico até 2030.

Além disso, o Brasil também pretende:

iv) no setor agrícola, fortalecer o Plano de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono

(Plano ABC) como a principal estratégia para o desenvolvimento sustentável na agricultura, inclusive por meio da restauração adicional de 15 milhões de hectares de pastagens degradadas até 2030 e pelo incremento de 5 milhões de hectares de sistemas de integração lavoura-pecuária-florestas (iLPF) até 2030;

v) no setor industrial, promover novos padrões de tecnologias limpas e ampliar medidas de eficiência energética e de infraestrutura de baixo carbono;

vi) no setor de transportes, promover medidas de eficiência, melhorias na infraestrutura de transportes e no transporte público em áreas urbanas.

O Brasil reconhece a importância do engajamento de governos locais e de seus esforços no combate à mudança do clima.

Fonte: Extraído e adaptado de REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL, Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada, 2015.

ANEXO A - Síntese com as ações do plano indústria conforme o eixo de atuação

Eixo 1: Gestão de carbono

Criar um banco de dados de fatores de emissão.

Capacitar técnicos para a coleta de dados de emissão das plantas.

Criar sistema de informações sobre emissões de GEE na indústria (Sincarbo).

Realizar estudos de cenários de emissões para cada setor.

Estabelecer requisitos de eficiência de emissões para a concessão de financiamentos de agentes públicos e tratamento diferenciado para empresas com baixa emissão.

Eixo 2: Reciclagem e o aproveitamento de coprodutos

Avaliar as barreiras regulatórias ao processamento de resíduos industriais e propor alterações no marco regulatório.

Estabelecer tratamento tributário diferenciado para matéria-prima reciclada.

Organizar bolsas de resíduos.

Eixo 3: Eficiência energética e cogeração

Criar selo de eficiência energética para bens de capital.

Estabelecer linhas de crédito diferenciadas para equipamentos que ampliem a eficiência carbônica das plantas industriais.

Impulsionar as ações do Plano Nacional de Eficiência Energética voltadas para o setor industrial.

Eixo 4: Iniciativas voluntárias

Realizar levantamentos setoriais de oportunidades de mitigação mediante projetos de redução de emissão (MDL).

Promover parcerias público-privadas para a realização de projetos de MDL programático nos setores industriais.

Criar Programa Voluntário de Redução de Emissões (PPB Verde).

Eixo 5: Tecnologias de baixo carbono

Criar banco de dados de tecnologias de baixo carbono.

Criar sistema expresso (*fast-track*) para concessão de patentes de tecnologias de baixo carbono.

Facilitar a transferência de tecnologias de baixo carbono.

Fonte: Terceira Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. 2016.