



**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA**

**PROPOSTA DE ESTABELECIMENTO DE META DE REDUÇÃO DE EMISSÃO DE GÁS
DE EFEITO ESTUFA PARA UMA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA**

Ana Luiza Lemos de Aquino

Belo Horizonte

2020

Ana Luiza Lemos de Aquino

**PROPOSTA DE ESTABELECIMENTO DE META DE REDUÇÃO DE EMISSÃO DE GASES
DE EFEITO ESTUFA PARA UMA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Ambiental e Sanitarista

Orientadora: Prof^ª. Me. Carolina Dias de Oliveira

Coorientadora: Me. Bartira Miléo Amado

Belo Horizonte

2020

NOME DO(A) ALUNO(A)

ANA LUIZA LEMOS DE AQUINO

TÍTULO DO TRABALHO:

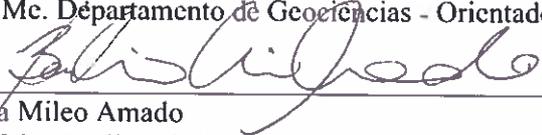
PROPOSTA DE ESTABELECIMENTO DE META DE REDUÇÃO DE EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA PARA UMA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Ambiental e Sanitarista.

Aprovado em 01 de dezembro de 2020

Banca examinadora:

Carolina Dias de Oliveira – Presidente da Banca Examinadora
Prof. Mc. Departamento de Geociências - Orientador(a)



Bartira Mileo Amado
Prof. Mc. Analista de Meio Ambiente na FCA - Coorientador(a)

Vandeir Robson da Silva Matias
Prof. Dr. Departamento de Geociências

Arnaldo Freitas de Oliveira Junior
Prof. Dr. Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental



Emitido em 10/12/2020

ATA Nº 1/2020 - DGEO (11.55.13)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 11/12/2020 15:39)
ARNALDO FREITAS DE OLIVEIRA JUNIOR
PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO
DCTA (11.55.03)
Matrícula: 1332887

(Assinado digitalmente em 10/12/2020 17:17)
CAROLINA DIAS DE OLIVEIRA
PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO
DGEO (11.55.13)
Matrícula: 2115055

(Assinado digitalmente em 11/12/2020 14:20)
VANDEIR ROBSON DA SILVA MATIAS
PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO
DGEO (11.55.13)
Matrícula: 1565121

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sig.cefetmg.br/documentos/> informando seu número:
1, ano: **2020**, tipo: **ATA**, data de emissão: **10/12/2020** e o código de verificação: **b2b7039474**

AGRADECIMENTOS

À Deus. À minha família, em especial, ao meu pai, que desde o início do curso foi a pessoa que mais me incentivou a continuar, independente das dificuldades, e hoje continua o incentivo com sua energia positiva e alegria, que permaneceram na Terra, depois que ele mudou pro Céu. À minha mãe, minha maior companheira, pelo apoio e cuidado de sempre, e por buscar minha felicidade mais que eu mesma. À minha irmã, por compartilhar a vida comigo e torcer pelo meu sucesso. À minha avó, que me criou, por ser um exemplo de vida e minha segunda mãe. À Mileyinha, por me inspirar a ser uma pessoa melhor. Aos meus colegas de curso, pela amizade e companheirismo que ajudaram a chegar até aqui. À minha orientadora, Carolina, pelo suporte e disponibilidade durante a realização do trabalho. À minha coorientadora, Bartira, pelo incentivo e por, muitas vezes, abdicar de seus momentos de descanso para compartilhar seu conhecimento comigo. Ao professor Frederico, por nortear a realização do trabalho. Aos professores Vandeir e Arnaldo, por aceitarem o convite para avaliar meu trabalho. À natureza, que inspira minha dedicação ao curso.

RESUMO

LEMOS DE AQUINO, ANA LUIZA. **Proposta de estabelecimento de meta de redução de emissão de gases de efeito estufa para uma indústria automobilística.** 2020. 50 páginas. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020.

As mudanças climáticas observadas atualmente possuem consequências que preocupam cada vez mais a humanidade, por colocar em risco os recursos necessários para sua sobrevivência. Apesar das controvérsias frente às causas do aquecimento global, as emissões de gases de efeito estufa (GEE) resultantes das atividades antrópicas tendem a ser as principais responsáveis pelas mudanças no clima atual. A redução dessas emissões torna-se, então, foco da discussão sobre soluções para o problema. O Protocolo de Quioto, aprimorado pelo Acordo de Paris, define metas de redução para os países signatários e, para atingi-las, contam com o auxílio do mercado de carbono, que permite que aqueles que atingiram suas metas vendam “permissões para poluir” para os que não o fizeram. As indústrias participam das emissões por meio da liberação direta de GEE, do consumo de combustíveis fósseis e energia, além do descarte de resíduos. O primeiro passo para reduzi-las é direcionar esse objetivo com a criação de uma meta interna que, se estabelecidas com base em metodologias consistentes, podem minimizar riscos e preparar a empresa para um cenário futuro relacionado às emissões. O presente trabalho tem como objetivo propor uma meta de redução de emissões de GEE para uma indústria do setor automobilístico, com base nos dados dos inventários de 2018, 2019 e 2020, reportados pela empresa. Para isso, usou-se a metodologia sugerida pelo Programa Brasileiro GHG Protocol, que divide o estabelecimento da meta em 10 etapas. Diante das oportunidades de redução levantadas nos resultados, definiu-se uma meta de 24% de redução de emissões em relação ao ano-base de 2018, para ser cumprida durante o período de 2021 a 2030. Assim, concluiu-se que a busca pela redução de emissões pela indústria é essencial independente do mercado de carbono pois, gerando ou não créditos com potencial de venda, trazem benefícios socioambientais e financeiros tanto para as empresas quanto para a comunidade local.

Palavras-chave: Aquecimento global. Mudanças climáticas. Emissões. GEE. Protocolo de Quioto. Mercado de carbono. Redução. Meta.

ABSTRACT

LEMOS DE AQUINO, ANA LUIZA. **A proposition of establishment of greenhouse gas emission reduction target for an automotive industry.** 2020. 50 pages. Undergraduate thesis (Environmental and Sanitary Engineering) - Department of Environmental Science and Technology, Federal Center of Technological Education of Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020.

Climate changes have consequences that concern humanity, as they put at risk the resources necessary for its survival. Despite the controversies regarding the causes of global warming, greenhouse gases emissions tend to be the main cause for the current climate changes. The reduction of these emissions, then, becomes the focus of the discussion on solutions to the problem. The Kyoto Protocol, improved by the Paris Agreement, sets reduction targets to member parties and to achieve their goals they can use the carbon market, which allows the ones who reached the target to sell “emissions allowances” to those who could not do it. Industries participate of the emissions through direct GHG release, energy and fossil fuel consumption and waste disposal. The first step for its reduction is to direct this goal by creating an internal target, which can minimize risks and prepare the company for a future scenario related to GHG emissions, when established based on a consistent methodology. The goal of this paper is to propose a GHG emissions reduction target for an automobile industry, based on data from the inventories of 2018, 2019 and 2020, reported by the company. To do so, the methodology suggested by the Brazilian GHG Protocol Program, that divides the establishment in 10 steps, was applied. After pointing out some reduction opportunities in the results, the target was defined as a 24% reduction of base-year 2018 emissions, to be reached from 2021 to 2030. Thus, it was concluded that emissions reduction must be aimed by industries independent of carbon market, because even if it doesn't create credits that can be sold, it brings real socioenvironmental and financial benefits to both company and local community.

Keywords: global warming. Climate changes. Emissions. GEE. Kyoto Protocol. Carbon market. Reduction. Target.

Sumário

1	INTRODUÇÃO	7
1.1	Problemática	7
1.2	Relevância	8
2	OBJETIVOS	10
2.1	Objetivo geral	10
2.2	Objetivos específicos	10
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
3.1	Gases de Efeito Estufa	11
3.2	Protocolo de Quioto	13
<i>3.2.1</i>	<i>Surgimento</i>	13
<i>3.2.2</i>	<i>Metas de redução</i>	14
<i>3.2.3</i>	<i>Mecanismos de flexibilização</i>	19
3.3	Acordo de Paris	23
3.4	Inventário de emissões	24
4	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	27
4.1	Localização	27
4.2	Gestão de emissões da Empresa X	28
5	METODOLOGIA	32
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	38
7	CONCLUSÃO	49
8	PROPOSTA DE CONTINUIDADE	50
9	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
10	ANEXO I	52

1 INTRODUÇÃO

1.1 Problemática

A variabilidade climática, definida por oscilações periódicas naturais no clima (DEREKZYNSKI, 2013), causadas por tempestades solares, quedas de meteoros e/ou atividades vulcânicas, sempre estiveram presentes na história geológica do nosso planeta. Porém, diferentemente das demais épocas, as alterações observadas atualmente demonstram ser muito influenciadas por ações antrópicas, dando origem ao conceito de mudanças climáticas (SEIFFERT, 2009). Segundo Seiffert (2009), desde 1979, os cientistas vêm realizando estudos envolvendo o aquecimento global, a responsabilidade humana sobre ele, a reversibilidade das suas consequências e formas de impedir que o problema se agrave.

Inundações, secas severas, queimadas com abrangências avassaladoras, maior frequência e intensidade de anomalias climáticas, anos de El Niño acentuado, entre outros desastres típicos dos grandes centros urbanos, são indicativos importantes de que o comportamento humano, bem como seus padrões de produção e consumo, adotados desde a primeira Revolução Industrial, necessitam ser repensados.

Todas essas alterações climáticas afetam o equilíbrio dos ecossistemas, eliminando a biodiversidade, degelam os polos e aumentam o nível dos oceanos, causando inundação de áreas litorâneas. Além disso, reduzem o rendimento das safras, aumentam a propagação de doenças e várias outras consequências que tornam incontestável a gravidade da situação para os seres vivos (SEIFFERT, 2009).

Um dos instrumentos utilizados nas pesquisas em torno desse assunto é o forçamento radiativo, que compara a participação humana e natural na alteração da temperatura do planeta, com base na saída e entrada de energia do sistema Terra-atmosfera (IPCC, 2007)¹. Apesar das controvérsias diante das causas do aquecimento global, o forçamento radioativo demonstra que as emissões atmosféricas resultantes das atividades antrópicas tendem a ser as principais responsáveis pelas

¹ Seiffert apud IPCC

mudanças no clima atual. A redução dessas emissões torna-se, então, foco da discussão sobre soluções para o problema.

1.2 Relevância

A queima de grandes quantidades de combustíveis fósseis em um curto espaço de tempo para produção de energia, que move grandes indústrias e cidades no mundo, é a principal fonte de emissões de gases e vapores capazes de alterar o clima terrestre (OBSERVATÓRIO DO CLIMA, 2015). É certo que esses combustíveis, em condições naturais, permaneceriam acumulados no seu estado original por um bom tempo, sendo liberadas apenas gradualmente, o que manteria o equilíbrio biogeoquímico da Terra (SEIFFERT, 2009).

- Participação das indústrias nas emissões do Brasil

De acordo com o SEEG (2020), 5% das emissões de 2019 do Brasil foram contribuição dos processos industriais. Porém, é importante considerar que as indústrias também se enquadram indiretamente no setor de energia elétrica, por consumirem grande quantidade do recurso em sua operação. A porcentagem de emissão desse ramo, para o mesmo ano, foi de 19% do total nacional, dos quais 14% são de origem industrial. Além disso, as indústrias também geram resíduos, tanto sólidos quanto líquidos, cuja disposição/tratamento emitiu boa parte dos gases que modificam o clima, em 2019 (OBSERVATÓRIO DO CLIMA, 2020).

A partir daí, é importante destacar a responsabilidade socioambiental da empresa em reparar os danos causados à qualidade do ar, que afeta diretamente a saúde das comunidades locais e o meio ambiente. A redução das emissões pode ser uma forma de mitigar esses impactos.

Diante desses fatos, a comunidade científica ambiental passa a aconselhar que setores produtivos comecem a agir em busca de tecnologias mais limpas, que proporcionem um desenvolvimento mais sustentável do que aquele que vem acontecendo desde à primeira Revolução Industrial. Nesse intuito, este trabalho propõe a definição de uma meta interna de redução de emissões para uma indústria específica, do setor automobilístico.

Uma meta é uma ferramenta essencial de planejamento que pode levar à redução de emissões, já que direciona o desempenho da empresa ao atendimento do objetivo. Segundo as Especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol (2008), a meta adiciona a redução de emissões às prioridades da organização, possibilitando a minimização e melhor gestão dos riscos relacionados às mudanças

climáticas. Além disso, o cumprimento da meta pode resultar na economia de custos financeiros, fomentando pesquisas e desenvolvimento (P&D) que otimizem processos por meio de inovações tecnológicas. Uma meta pode ainda preparar a empresa para futuras regulamentações, que, diante do contexto atual, tendem a tornar obrigatória a gestão de emissões mais precisa, além de demonstrar liderança e responsabilidade corporativa (**PROGRAMA BRASILEIRO GHG PROTOCOL, 2008**).

Além de ser um problema mundial - quando consideradas as principais causas do aquecimento global - as emissões atmosféricas também constituem uma questão local, pois comprometem a qualidade do ar e de vida (**MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2012**), conferindo, assim, mais uma relevância ao presente trabalho.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Analisar o contexto histórico das mudanças climáticas com ênfase na participação das indústrias nas emissões atmosféricas, diferenciando suas consequências globais e locais.

2.2 Objetivos específicos

- Realizar um diagnóstico das emissões atmosféricas da Empresa X, por meio da criação de um relatório gráfico
- Identificar as fontes de emissão de gases de efeito estufa da Empresa X
- Propor uma meta de redução de emissões de gases de efeito estufa para a Empresa X
- Sugerir estratégias que reduzam emissões para o cumprimento da meta.
- Apontar vantagens empresariais da redução de emissões

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Gases de Efeito Estufa

O efeito estufa, esquematizado na Figura 3.1, é um fenômeno natural que mantém a temperatura da Terra suportável para os seres vivos. Ele ocorre devido a concentração de algumas substâncias na troposfera que, por apresentarem determinadas características físico-químicas, são capazes de reter parte da incidência solar que, após chegar à superfície terrestre, é refletida em forma de calor em direção ao espaço (SEIFFERT, 2009). Essas substâncias impedem que o calor saia da atmosfera sendo, por isso, conhecidas como gases de efeito estufa (GEE). Segundo Seiffert (2009), no início da história do planeta, tais gases, foram, naturalmente, originados de ações vulcânicas. O excesso desses gases na atmosfera, observado atualmente, provoca a intensificação do efeito estufa, o que caracteriza o aquecimento global, segundo a abordagem antropogênica.

Figura 3.1 - Efeito estufa



Fonte: INPE (2008).

Diante disso, entende-se que os gases de efeito estufa, quando concentrados na atmosfera, podem aumentar a temperatura do planeta. Paralelamente, diversos processos produtivos possuem como uma de suas consequências a liberação desses gases na natureza, possibilitando a correlação entre a ação humana e as mudanças climáticas, a partir de sua contribuição efetiva para uma provável elevação das médias térmicas no planeta. A seguir, a Tabela 3.1 apresenta os principais gases de efeito estufa:

Tabela 3.1 - Principais gases de efeito estufa

	Espécies	Fórmula química	Tempo de vida (anos)
	Dióxido de carbono	CO ₂	Variável
	Metano	CH ₄	12 ± 3
	Óxido nitroso	N ₂ O	120
Hexafluorcarbonetos	HFC-23	CHF ₃	264
	HFC-32	CH ₂ F ₂	5,6
	HFC-41	CH ₃ F	3,7
	HFC-43-10mee	C ₅ H ₂ F ₁₀	17,1
	HFC-125	C ₂ HF ₅	32,6
	HFC-134	C ₂ H ₂ F ₄	10,6
	HFC-134	CH ₂ FCF ₃	14,6
	HFC-152	C ₂ H ₄ F ₂	1,5
	HFC-143	C ₂ H ₃ F ₃	3,8
	HFC-143	C ₂ H ₃ F ₄	48,3
	HFC-227ea	C ₃ HF ₇	36,5
	HFC-236fa	C ₃ H ₂ F ₆	209
	HFC-145ca	C ₃ H ₃ F ₅	6,6

Perfluorcar- bonetos	Perfluorometano	CF ₄	50.000
	Perfluoroetano	C ₂ F ₆	10.000
	Perfluoropropano	C ₃ F ₈	2.600
		c-C ₄ F ₈	3.200
	Perfluorociclobutano		
	Perfluoropentano	C ₅ F ₁₂	4.100
	Perfluoroehexano	C ₆ F ₁₄	3.200
	Hexafluoreto de enxofre	SF ₆	3.200
Ozônio	O ₃	0,1 - 0,3	

Fonte: Seiffert (2009).

3.2 Protocolo de Quioto

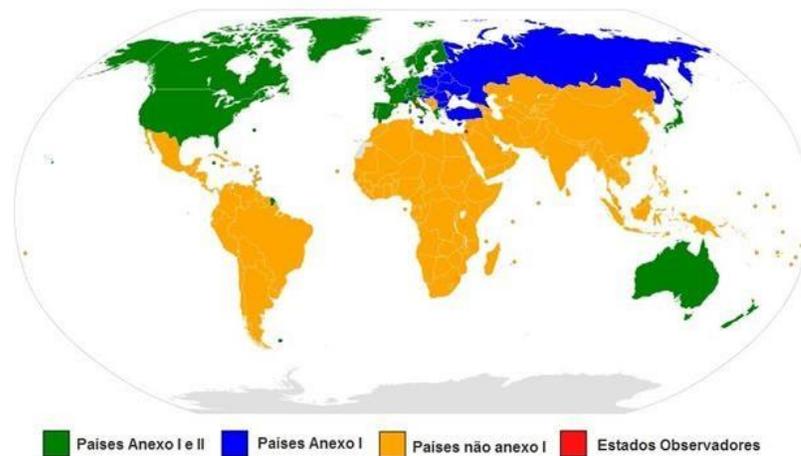
3.2.1 Surgimento

Desde sua criação em 1988, o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) é responsável por disponibilizar aos governos dados científicos relacionados às mudanças climáticas (IPCC, 2008). Um de seus relatórios, divulgado em 2007, foi motivo de preocupação mundial sobre o aquecimento global uma vez que nele foi estimado que a temperatura global aumentaria de 1,4°C a 5,8°C nos próximos 100 anos (SEIFFERT, 2009). Diante desse cenário, em 1992 foi criada a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima (UNFCCC), por recomendação do IPCC, com o objetivo de controlar a emissão de GEE no planeta (OBSERVATÓRIO DO CLIMA, 2015).

Durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, realizada em junho de 1992, no Rio de Janeiro (conhecida como Rio 92), a UNFCCC foi assinada e ratificada pelos países membros, que se comprometeram a contribuir com a mitigação das

mudanças climáticas (RETTMANN, 2015). Segundo publicação no site da convenção, suas partes foram divididas em três grupos: Anexo I, referente aos países industrializados e os em transição econômica; Anexo II, referente aos países industrializados, exceto os de transição econômica; e Anexo não I, referente aos países em desenvolvimento. Atualmente, o acordo conta com a ratificação de 175 países (RETTMANN, 2015), como demonstra a Figura 3.2:

Figura 3.2 - Países membros da UNFCCC em 2019



Fonte: UNFCCC files.

Cinco anos depois, em 1997, houve a III Convenção das Partes da UNFCCC, denominada COP 3, na qual foi elaborado o Protocolo de Quioto, com a função de regulamentar tal controle de emissões. O mesmo só pôde entrar em vigor após ratificação de, pelo menos, 55 das partes da UNFCCC, que representassem, ao menos, 55% das emissões totais de gases de efeito estufa do ano de 1990 (RETTMANN, 2015).

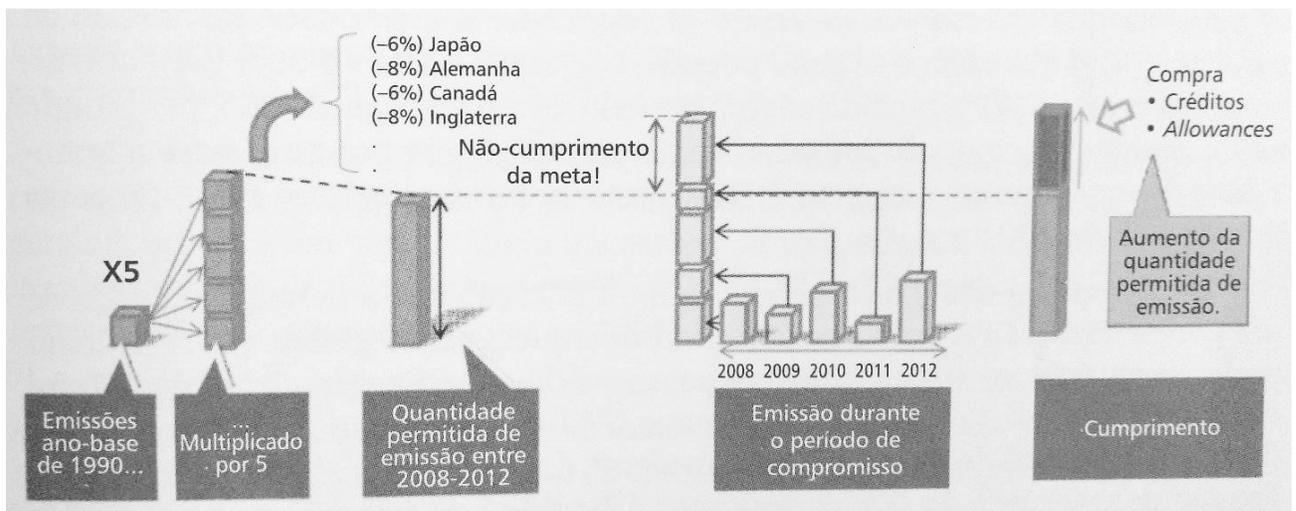
Para controlar o seu cumprimento, segundo publicação de 2012 do **Ministério do Meio Ambiente**, o protocolo estabeleceu metas de redução de emissões, detalhadas a seguir.

3.2.2 Metas de redução

As metas de redução de emissão dos principais gases de efeito estufa (gás carbônico - CO₂, metano - CH₄, dióxido de nitrogênio - N₂O, hidrofluorcarbós - HFCs, perfluorcarbonos - PFC, hexafluoreto

de enxofre - SF₆) foram impostas pelo Protocolo apenas aos países signatários desenvolvidos, aqueles incluídos no Anexo I da UNFCCC (Anexo B do protocolo), considerados os principais responsáveis pelas mudanças climáticas (Ministério do Meio Ambiente, 2012). Segundo Souza e Corazza (2017), a ausência de metas para os países em desenvolvimento é justificada por um dos princípios que fundamentam o Protocolo, denominado “Responsabilidade comum, porém diferenciada”. Ele pode ser explicado pelo fato de que, apesar do problema climático ser de natureza global, a contribuição de cada país, por sua vez, não é. Uma vez que os países ricos, historicamente, emitem mais GEE, devem ser eles os principais responsáveis pela redução da liberação dos gases (SOUZA & CORAZZA 2017). A lógica por trás da definição de metas para os países desenvolvidos é explicada na Figura 3.3:

Figura 3.3 - Lógica de definição das metas do Protocolo de Quioto



Fonte: Seiffert (2009)

No primeiro período do compromisso, de 2008 a 2012, essas metas se resumiam à redução de 5% da emissão de cada país no ano de 1990. Já no período atual, de 2013 a 2020, as metas aumentaram para 18% de redução em relação à emissão de cada um em 1990 (MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE, 2012). As metas individuais, do primeiro período de compromisso de cada país estão listadas na Figura 3.4:

Figura 3.4 - Lista de países desenvolvidos signatários do Protocolo de Quioto e respectivas metas de redução de emissões

ANEXO B

Compromisso de redução ou limitação quantificada de emissões (porcentagem do ano base ou período)

Parte	
Alemanha	92
Austrália	108
Áustria	92
Bélgica	92
Bulgária*	92
Canadá	94
Comunidade Europeia	92
Croácia*	95
Dinamarca	92
Eslováquia*	92
Eslovênia*	92
Espanha	92
Estados Unidos da América	93
Estônia*	92
Federação Russa*	100
Finlândia	92
França	92
Grécia	92
Hungria*	94
Irlanda	92
Islândia	110
Itália	92
Japão	94
Letônia*	92
Liechtenstein	92
Lituânia*	92
Luxemburgo	92
Mônaco	92
Noruega	101
Nova Zelândia	100
Países Baixos	92
Polónia*	94
Portugal	92
Reino Unido	92
República Tcheca*	92
Romênia*	92
Suécia	92
Suíça	92
Ucrânia*	100

Fonte: UNFCC (2008).

Como os gases de efeito estufa são diversos, para facilitar a quantificação das emissões reduzidas foi necessário definir-se uma unidade de emissão que abrangesse todos eles. Ficou convencionado, segundo a **UNFCCC**, que todos os GEE seriam contabilizados em função do gás carbônico (CO₂), ou seja, cada um deles possui um Potencial de Aquecimento Global (ou *Global Warming Potencial*,

em inglês, identificado pela sigla GWP) em relação ao potencial de uma tonelada de CO₂ e, por isso, suas emissões são geradas na unidade CO₂ equivalente - CO₂e (UNFCCC, 2008). O potencial de aquecimento global dos principais GEE são apresentados na Tabela 3.2:

Tabela 3.2 - Potenciais de Aquecimento Global (GWP) dos principais GEE

Gás	GWP
Dióxido de carbono (CO ₂)	1
Metano (CH ₄)	25
Óxido nitroso (N ₂ O)	298
HFC-23	14800
HFC-32	675
HFC-41	92
HFC-125	3500
SF ₆	23900
PFCs	6500 a 9200

Fonte: UNFCCC (2008).

Para atingir suas metas, é necessário que os países desenvolvidos invistam em projetos de redução de emissão ou de remoção de gás carbônico. Para serem validados, esses projetos devem estar relacionados aos principais GEE e aos setores fontes que mais os emitem (LOPES, 2002)², apresentados na Tabela 3.3:

² Seiffert apud Lopes

Tabela 3.3 - Setores e atividades fontes dos principais GEE

Reduções de emissões de gases de efeito estufa			
Energia	Processos industriais	Agricultura	Resíduos
CO2 - CH4 - N2O	CO2 - N2O HFCs - PFCs - SF6	CH4 - N2O	CH4
Queima de combustível <hr/> - Setor energético - Indústria de transformação - Indústria de construção - Transporte <hr/> Emissões fugitivas de combustíveis <hr/> - Combustíveis sólidos - Petróleo e gás natural	Produtos minerais Indústria química Produção de metais Produção e consumo de halocarbono e hexafluoreto de enxofre Uso de solventes Outros	Fermentação entérica Tratamento de dejetos Cultivo de arroz Solos agrícolas Queimadas prescritas de cerrado Queimada de resíduos agrícolas	Disposição de resíduos sólidos Tratamento de esgoto sanitário Tratamento de efluentes líquidos Incineração de resíduos
Remoções de CO2			
Florestamento/Reflorestamento			
Remove: CO2/Libera: CH4 - N2O - CO2			

Fonte: Lopes (2002)³

Segundo Seiffert (2009), a busca pelo cumprimento da meta deve ser feita prioritariamente por meio de ações domésticas, mas, como alternativa complementar, foram criados os mecanismos de flexibilização, como abordado a seguir.

³ Seiffert apud Lopes

3.2.3 Mecanismos de flexibilização

Diante do custo financeiro demandado pela implantação de novas tecnologias mais limpas, alguns países desenvolvidos passaram a temer que a busca pela redução de emissões poderia travar seu crescimento econômico. Os mecanismos de flexibilização foram implementados para tentar facilitar economicamente a realização do acordado. Foram estabelecidos, portanto, três mecanismos, a saber: o Comércio de emissões, a Implementação conjunta e o Mecanismo de desenvolvimento limpo - MDL (BELCHIOR & MATIAS, 2007).

Todos os mecanismos utilizam como ferramenta o mercado de carbono para realização de um comércio internacional de emissões entre os países interessados (SEIFFERT, 2009). E aqueles que não conseguirem atingir 100% de suas metas por meio de projetos internos podem adquirir uma “licença para poluir” ou créditos de carbono, desde que se responsabilizem por financiar projetos de redução de emissão ou sequestro de CO₂e em outros países, desenvolvidos ou não. Nessa regra, ficou estabelecido que 1 crédito de carbono equivale a 1 tonelada de CO₂e (SEIFFERT, 2009). A seguir, estão descritos cada um dos mecanismos:

(i) Mecanismo de Desenvolvimento Limpo:

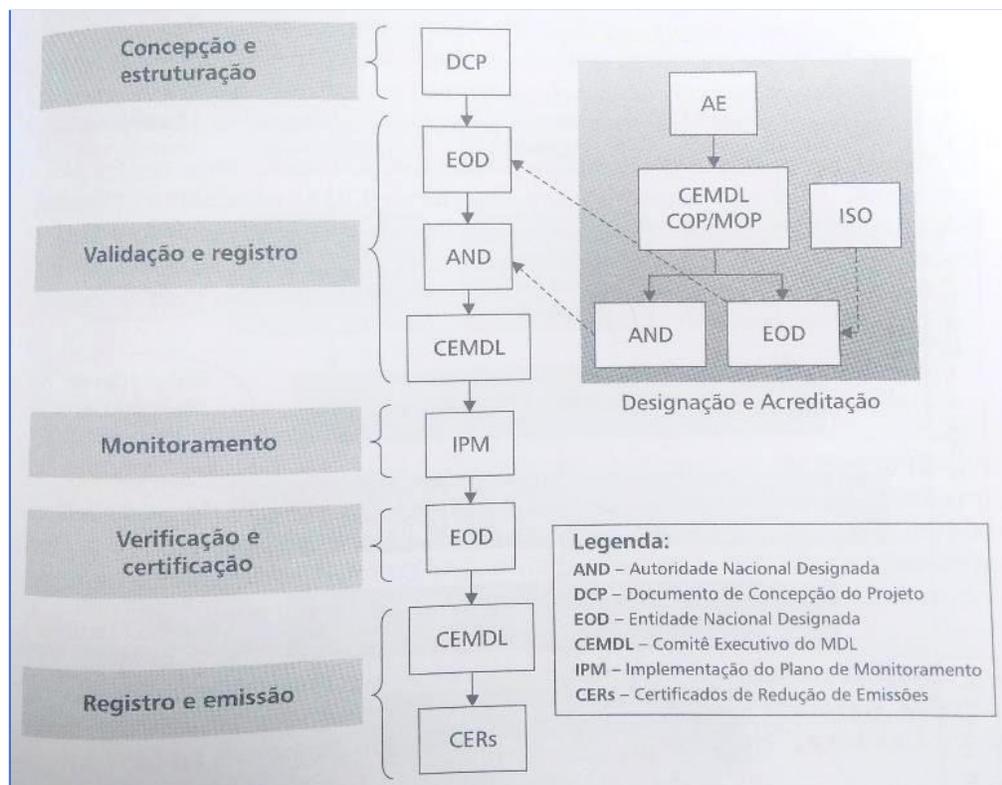
Se os países desenvolvidos que buscam adquirir a “licença para poluir” financiarem projetos nos países em desenvolvimento, a licença é denominada Redução Certificada de Emissões (RCEs) e é resultante do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). O MDL funciona da seguinte forma: projetos de redução de emissão ou sequestro de CO₂e feitos por países em desenvolvimento podem gerar RCEs e essas podem ser vendidas aos países desenvolvidos, como complemento para atingir suas metas (SEIFFERT, 2009). Porém, para que possam ser vendidos, os projetos de MDL devem ser aprovados e certificados pela Organização das Nações Unidas (ONU).

Para isso, precisam cumprir alguns critérios, tais como: a participação das partes deve ser voluntária, ou seja, sem natureza legal; os projetos devem gerar reduções de emissão de gases de efeito estufa a nível global; e o projeto deve proporcionar benefícios socioambientais reais, mensuráveis e a longo prazo, sendo que esses benefícios devem ser adicionais, se comparados ao cenário sem o MDL. Para isso, é necessário definir uma linha de base de emissões anterior à implantação do mecanismo, de onde se iniciará a quantificação das reduções. Além disso, projetos

de MDL devem respeitar as legislações locais e ser economicamente viáveis (ESTY & WINSTON, 2006)⁴.

Os países do Anexo não I interessados em implementar projetos de MDL devem se credenciar junto a UNFCCC e credenciar uma instituição para realizar a avaliação interna dos projetos, denominada Autoridade Nacional Designada (AND). Quando aprovado pela AND como de impactos socioambientais positivos localmente, e pelo Comitê Executivo do MDL (CEMDL) como de impactos positivos globalmente, o projeto pode ser certificado. Quando aprovados, os projetos são registrados pelo Conselho Executivo da UNFCCC e passam a ser monitorados para verificação das reduções de emissão. Tal processo é chamado de MRV: mensuração, reporte e verificação (OBSERVATÓRIO DO CLIMA, 2015). A tramitação de um projeto de MDL está detalhada na Figura 3.5:

Figura 3.5 - Tramitação de um projeto de MDL



Fonte: Mozzer (2008)⁵

⁴ Seiffert apud Esty e Winston

⁵ Seiffert apud Mozzer

Os principais tipos de projetos com potencial de aprovação para o MDL, segundo Seiffert (2009), são a substituição de fontes de energia tradicionais por energias mais limpas (solar, eólica, hidrelétrica...); sumidouros de GEE, que sequestram carbono da atmosfera por meio de reflorestamentos, ou que impedem sua liberação mediante, por exemplo, a imobilização geológica (LEGG & CAMPBELL, 2006)⁶; alterações de processo produtivo que aumentem a eficiência energética; e formas de aproveitamento de biomassa, evitando que a mesma seja disposta em lixões, onde, durante a decomposição, emitiriam GEE.

(ii) Implementação conjunta:

Diferentemente do MDL, a Implementação conjunta (IC), de acordo com Seiffert (2009), só envolve países do Anexo I, onde um país desenvolvido que não conseguiu atingir suas metas de forma independente compra “permissões para poluir” de outro país desenvolvido. Nesse caso, as permissões são denominadas Unidades de redução de emissões (UREs) ou *allowences*, e são geradas mediante projetos de imobilização de GEE (sequestro ou captação). Por meio de mecanismos legais, ou seja, não voluntários, os governos de países desenvolvidos que emitiram menos que o estipulado previamente pelo protocolo concedem *allowences* que podem ser vendidas a outros países interessados, que emitiram acima de suas metas. As UREs costumam ser mais caras que as RCEs, por serem menos ofertadas no mercado e por não dependerem de um processo de certificação.

(iii) Comércio Internacional de Emissões:

O Comércio Internacional de Emissões (CIE) é o mais flexível dos mecanismos por permitir que países desenvolvidos interessados complementem suas reduções de emissão tanto com UREs quanto com RCEs, ou seja, comprando créditos de países desenvolvidos e/ou em desenvolvimento. Porém, os países compradores podem utilizá-lo para atingir, no máximo, 10% de suas metas (TIETENBERG, 2004)⁷.

Além dos três mecanismos mencionados, existem alguns mecanismos alternativos que possibilitam que países não participantes do Protocolo de Quioto se envolvam no mercado de carbono voluntariamente. É o caso, por exemplo, da *Chicago Climate Exchange* (CCX), que surgiu em

⁶ Seiffert apud Legg e Campbell

⁷ Seiffert apud Tietenberg

2003, com a vantagem de seus projetos não requererem certificação, sendo uma opção interessante àqueles projetos que não cumprem os critérios de aprovação da ONU (SEIFFERT, 2009).

Segundo Lefevere (2006)⁸, as seguintes observações críticas referentes aos mecanismos podem ser consideradas:

- (i) Para que o MDL funcione, ele deve ser vantajoso para ambas as partes e isso só acontece se a RCE for mais barata que projetos internos de redução, o que desestimula a busca por redução efetiva de emissões pelos países desenvolvidos;
- (ii) A venda de RCE por um país compensa a emissão de outro país apenas quando essa é considerada um passivo global, mas referente à questão local, a compensação não é real pois o projeto realizado em um país em desenvolvimento não melhora a qualidade do ar do país desenvolvido comprador;
- (iii) Um aspecto ambiental com potencial de gerar RCE não vai ser alvo de mitigação pelos países em desenvolvimento pois isso implicaria em uma potencial perda financeira, já que deixariam de vender essa RCE. Por exemplo: se resíduos orgânicos em aterros emitem GEE, os países em desenvolvimento vão priorizar a redução dessa emissão para gerar RCE, mas não a redução da geração de resíduos, que seria o ideal ambientalmente;
- (iv) Uma vez que as UREs costumam ser mais caras que as RCEs, uma desigualdade social injusta pode ser gerada, pois países em desenvolvimento recebem menos dinheiro do que países desenvolvidos recebem por licenças equivalentes, que permitem a mesma quantidade de emissão.

A busca pela redução efetiva da temperatura do planeta por meio das metas do Protocolo de Quioto estava longe de ser realista: além de não contar com a ratificação de um dos principais emissores mundiais, os Estados Unidos, responsável por 31,7% das emissões globais acumuladas de 1850 a 1990 (exceto AFOLU⁹), segundo Viola (2010)¹⁰, o Protocolo ainda deixava quase 80% das emissões globais descobertas, por não impor metas aos países em desenvolvimento que, com o passar do tempo, emergiam economicamente e, conseqüentemente, emitiam mais. A partir daí,

⁸ Seiffert apud Lefevere

⁹ Emissões associadas a agricultura, setor florestal e outros usos da terra.

¹⁰ Viola apud Souza e Corazza.

países do Anexo I passaram a questionar a ausência de objetivos concretos para nações de industrialização recente (SOUZA & CORAZZA, 2017).

Diante desses conflitos, surgiu a necessidade de reformulação do compromisso, sendo proposto o Acordo de Paris, detalhado a seguir.

3.3 Acordo de Paris

Aprovado em 2015, durante a COP 21, pelos 195 países partes da UNFCCC, o Acordo de Paris tinha como principais objetivos, de acordo com publicação do **Ministério do Meio Ambiente (2012)**, manter o aumento da temperatura global em bem menos de 2°C, acima dos níveis pré industriais, e esforçar-se para limitar esse mesmo aumento à 1,5°C. Para que entrasse em vigor, assim como o Protocolo de Quioto, o Acordo deveria ser ratificado por pelo menos 55 partes, que representassem, juntos, pelo menos 55% das emissões (**MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2012**).

Para atingir o mencionado, diferenciando-se do Protocolo de Quioto, todas os países que ratificaram o compromisso deveriam apresentar metas de redução, porém, dessa vez, cada governo definiria as suas próprias, inicialmente intituladas de Pretendidas Contribuições Nacionalmente Determinadas (INDCs, sigla em inglês). Ao serem entregues às Nações Unidas, as INDCs deixam de ser apenas “pretendidas” e passam a ser metas oficiais, perdendo a letra I da sigla, que representava a palavra “*intended*” (“pretendidas”, em inglês), e dando origem à nova sigla NDCs (**MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2012**).

As metas devem ser revisadas a cada 5 anos para mantê-las atualizadas, evitando retrocessos, além de passarem por requisitos obrigatórios para avaliar seu progresso. E, para auxiliar no cumprimento das metas, os países desenvolvidos precisam investir, segundo determinado no acordo, 100 bilhões de dólares por ano em países em desenvolvimento, para financiar medidas de controle e adaptação às mudanças climáticas. Além disso, o novo acordo permite que países em desenvolvimento realizem financiamentos entre si, pela chamada “cooperação sul-sul” (SOUZA & CORAZZA, 2017).

Em 2016, o Brasil concluiu a ratificação do Acordo e, após aprovação do Congresso Nacional, oficializou suas NDCs. Com isso, o país comprometeu-se a reduzir, até 2025, 37% das emissões, com relação à 2005, e, até 2030, 43% das emissões em relação ao mesmo ano base. Para isso,

pretende, até 2030, aumentar para 18% a participação de bioenergia sustentável em sua matriz, para 45% a participação de energias renováveis e restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares de floresta ([Ministério do Meio Ambiente, 2012](#)). Além disso, segundo o Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de GEE – SEEG, realizado pelo [Observatório do Clima \(2020\)](#), por meio da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), instituída pelo Decreto 7.390 de 2010, o Brasil se comprometeu a reduzir em 80% os desmatamentos da Amazônia e 36,8% a 39,9% das emissões agregadas até 2020.

De acordo com publicação de 2019 do [Observatório do Clima](#), projeções feitas com base no ano de 2017 concluem que o Brasil terminaria 2020 emitindo, ainda, 2,3% acima do compromisso menos ambicioso que fez na PNMC, e 7% acima do compromisso mais ambicioso, ou seja, não atinge sua meta. Além disso, as queimadas do pantanal provocadas em 2020 dificultaram ainda mais o objetivo.

3.4 Inventário de emissões

Geralmente, a linha de base que serve de referência inicial para mesurar a quantidade de liberação de gases reduzida são as emissões declaradas no inventário, definido por [Rates \(2016\)](#) como um mapeamento das fontes de emissões de GEE, que assume a função de ferramenta de gestão para grandes empresas. Há diversas metodologias disponíveis para auxiliar na declaração de emissões corporativas. A realização de um inventário é essencial para a gestão de riscos futuros associados à restrição de GEE, bem como para a identificação de oportunidades de redução de emissões. Além disso, em algumas cidades é obrigatória a declaração de emissões de GEE mediante inventário ([RATES, 2016](#)).

A metodologia mais utilizada no mundo é o GHG Protocol. E, segundo publicação de 2017 no site do Programa, essa metodologia foi primeiramente desenvolvida nos Estados Unidos, em 1998, pelo *World Resources Institute* (WRI) e adaptada ao contexto brasileiro no ano de 2008, pelo Centro de Estudos em Sustentabilidade (GVces) juntamente ao Ministério de Meio Ambiente e a WRI. Com base no registro público de emissões, feito pelas empresas em sua plataforma online, o Programa Brasileiro *GHG Protocol*, além de auxiliar empresas a administrarem suas emissões, serve de fonte de consulta pública ([GHG PROTOCOL, 2008](#)).

De acordo com as [Notas Complementares do Programa Brasileiro GHG Protocol \(2017\)](#), para um melhor direcionamento da gestão, o GHG Protocol divide as emissões em três escopos:

- Escopo 1 – Emissões diretas de GEE: trata-se de emissões provenientes de fontes que pertencem ou são controladas pelo empreendimento como, por exemplo, combustões em caldeiras, fornos e veículos, ou emissões de sistemas de refrigeração. Este escopo é subdividido em combustão estacionária (fixa), exceto combustão de biomassa; combustão móvel (meios de transporte); processos industriais (proveniente de transformações física ou química, exceto combustões); resíduos sólidos ou efluentes (emissões provenientes do tratamento de resíduos); emissões fugitivas (liberação não intencional, que não passa por chaminés ou dutos) e emissões agrícolas (emissões não mecânicas de atividades de agropecuária).
- Escopo 2 – Emissões indiretas de GEE de energia: refere-se aos GEE emitidos durante a produção da energia utilizada pela empresa, dependendo, assim, do tipo de energia empregado nos processos produtivos da mesma.
- Escopo 3 – Outras emissões indiretas de GEE: emissões consequentes das atividades da empresa, mas que acontecem em fontes que não pertencem ou não podem ser controladas pela mesma como, por exemplo, a extração de matéria prima ou o transporte de funcionários por meios independentes. O relato de emissões dessa categoria é voluntário.

Segundo as [Especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol \(2008\)](#), as emissões provenientes da queima de biomassa devem ser declaradas à parte dos escopos, já que por serem equivalentes ao CO₂ capturado pelas árvores durante a fotossíntese, são consideradas “carbono neutro”.

A metodologia requer que os declarantes escolham, com justificativa, um ano base para fins de comparação das emissões ao longo do tempo. Caso haja alterações estruturais que impacte significativamente as emissões, mudança da metodologia de cálculo, melhoria da exatidão dos dados, ou descobertas de erros significativos, o ano base deve ser submetido a um recálculo, para que as alterações mencionadas não acarretem erros futuros e as declarações continuem sempre fidedignas à realidade da empresa ([GHG PROTOCOL, 2008](#)).

A partir daí, as emissões costumam ser calculadas de acordo com os seguintes passos:

- 1- Identificar fontes de emissão
- 2- Escolher a abordagem de cálculo
- 3- Coletar dados e escolher fatores de emissão

- 4- Aplicar ferramentas de cálculo
- 5- Compilar dados nos níveis corporativos

Para auxiliar nessa etapa, o Programa disponibiliza ferramentas de cálculo em seu site (<https://www.ghgprotocolbrasil.com.br/ferramenta-de-calculo>). E, para que esses cálculos sejam mais precisos, recomenda-se que, previamente, as emissões totais sejam categorizadas (enquadradas nos escopos), e cada categoria seja submetida a uma ferramenta de cálculo específica.

A abordagem de cálculo mais comum, principalmente pela facilidade de obtenção dos dados, é a mensuração de emissões por meio de conversões do consumo de combustíveis e energia, a partir dos chamados fatores de emissão, documentados por pesquisas prévias e, também disponibilizados pelo *Protocol*. O monitoramento direto não é muito utilizado pois, na maioria das vezes, não é feito com uma frequência suficiente para quantificação contínua de emissões. Mas é importante que a empresa use a abordagem mais precisa possível e mais apropriada ao seu contexto (**GHG PROTOCOL, 2008**).

A fim de obter um direcionamento inicial para a definição de uma meta que concilie urgência socioambiental com viabilidade econômica e operacional da indústria, serão apresentados alguns exemplos de empresas de grande porte, que já possuem metas de redução de emissões de GEE estabelecidas:

- Natura: Por meio do Programa Carbono Neutro, o Grupo reduziu 33% das emissões de GEE, de 2007 a 2013, e pretende baixar mais 33% até 2020. Para isso, conta com ações internas desde a extração das matérias primas até o descarte final das embalagens (**ZANON, 2020**).
- Vale S. A.: o objetivo inicial de reduzir 16% de suas emissões até 2030 aumentou para 33%, até 2050 (**ZANON, 2020**).
- Acciona: estabeleceu o compromisso de reduzir 16% de suas emissões até 2030, sendo a primeira empresa espanhola a ter uma meta de redução de emissões validada pela *Science Based Targets* (SBTs) (**ACCIONA, 2018**).
- Ford: em 2010, estabeleceu a meta de reduzir 30% das suas emissões de GEE por veículo até 2025 (**CICLOVIVO, 2018**).
- Braskem: segundo publicação do estudo de caso feito pela **Waycarbon**, em 2020, a meta da Braskem de redução de 45% das emissões até 2030, em relação à 2008, foi complementada pela neutralização total até 2050.

4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4.1 Localização

A Empresa X, cujo nome não será mencionado por privacidade dos dados apresentados, fica localizada na cidade de Betim, Minas Gerais (destacada na Figura 4.1), possui um total de 2.200 funcionários, tendo capacidade máxima de produção de aproximadamente 100.000 peças por mês. Além disso, enquadra-se na classe 6 de empreendimentos, estabelecida pela **DN COPAM 217/17** como de grande porte e de grande potencial poluidor.

Figura 4.1 – Mapa da localização de Betim



Fonte: Wikimedia Foudation (2010).

Por abrigar empresas do setor petroquímico, automotivo, metalurgia, logística, alumínio, mecânica e serviços, Betim é considerada polo industrial de Minas Gerais. Por isso, a atmosfera da cidade está submetida a muitas fontes de emissão de poluentes originados dos processos industriais (PREFEITURA DE BETIM, 2019). De acordo com Pedroso (2009), a grande concentração de indústrias, somada à volumosa frota de veículos, contribuem para que o ar da cidade, embora dentro dos limites legais, seja classificado como o pior do estado, sendo seu IQA, de acordo com dados da Estação Centro Administrativa de Betim, considerado regular (FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, 2018).

4.2 Gestão de emissões da Empresa X

As principais fontes de emissão de GEE da Empresa X são provenientes da queima de combustíveis e do consumo de energia elétrica, que movem seus processos produtivos, dentre os quais estão a usinagem de peças metálicas, linhas de montagem mecanizadas e tratamento térmico. Desde 2018, a Empresa X possui um inventário realizado de acordo com a metodologia *GHG Protocol*, para o qual as emissões foram identificadas e categorizadas conforme a Figura 4.2:

Figura 4.2 – Principais fontes de emissão de GEE da Empresa X



Fonte: Arquivo Empresa X.

Obs.: Não são declaradas emissões de Escopo 3.

A abordagem de cálculo escolhida pela empresa foi a conversão para quilos (kg) de CO₂e do consumo de combustíveis e de energia elétrica, a partir dos fatores de emissão apresentados nas Tabelas 4.1, 4.2, 4.3 e 4.4. Os fatores de emissão são valores calculados por organizações reconhecidas (nesse caso, o GHG Protocol), que representam a quantidade de carbono equivalente emitida por uma determinada atividade, em suas respectivas unidades (**SERVIÇO NACIONAL DE APRENDISAGEM INDUSTRIAL – SENAI, 2017**).

Tabela 4.1 – Fatores de emissão para combustão estacionária

COMBUSTÃO ESTACIONÁRIA		
Combustível utilizado	Unidade	Fator de Emissão kg CO ₂ e
Acetileno	kg	3,38462

Etanol	Litros	0,00542
Gás Liquefeito de Petróleo (GLP)		2.933,47422
	Toneladas	
Gás Natural Seco	m ³	2,06896
Gás Natural Úmido	m ³	2,33463
Gasolina Automotiva (comercial)	Litros	1,64198
Gasolina Automotiva (pura)	Litros	2,24719
Gasolina de Aviação	Litros	2,26465
Óleo Diesel (comercial)	Litros	2,38554
Óleo Diesel (puro)	Litros	2,63992

Fonte: GHG Protocol (2018)

Tabela 4.2 - Fatores de emissão para combustão móvel

COMBUSTÃO MÓVEL		
Combustível utilizado	Unidade	Fator de Emissão Kg CO₂e
Gasolina Automotiva (comercial)	Litros	1,68832
Etanol	Litros	0,01342
Óleo Diesel (comercial)	Litros	2,39317
Gás Liquefeito de Petróleo (GLP)	kg	3,00728

Fonte: GHG Protocol (2018)

Tabela 4.3 - Fatores de emissão para emissões fugitivas

EMISSIONES FUGITIVAS		
Combustível utilizado	Unidade	Fator de Emissão Kg CO₂e
Dióxido de carbono (CO₂) (mistura gasosa, gás de solda e extintores)	kg	1
Metano (CH₄) (mistura gasosa)	kg	25
HFC-134a (gás de refrigeração)	kg	1.430
R-407C (gás de refrigeração)	kg	1.774
R-438a (gás de refrigeração)	kg	2.264

Fonte: GHG Protocol (2018)

Tabela 4.4 - Fatores de emissão para energia elétrica

ENERGIA ELÉTRICA	
Fator de emissão (kg CO₂e/kWh)	0,07398333

Fonte: GHG Protocol (2018).

Os dados são coletados mensalmente *in loco*, na unidade adequada (dependendo da atividade e combustível), pelos respectivos setores responsáveis pelo consumo de cada um, e, então, repassados para o setor de meio ambiente, que os compila em uma planilha Excel previamente montada com base nas ferramentas de cálculo disponibilizadas pelo GHG *Protocol*. A partir daí, gera-se um inventário mensal cujo ano base é considerado o ano anterior de cada declaração. Os

inventários da Empresa X estão apresentados no Anexo I cujos dados servirão de base para as projeções de definição da meta.

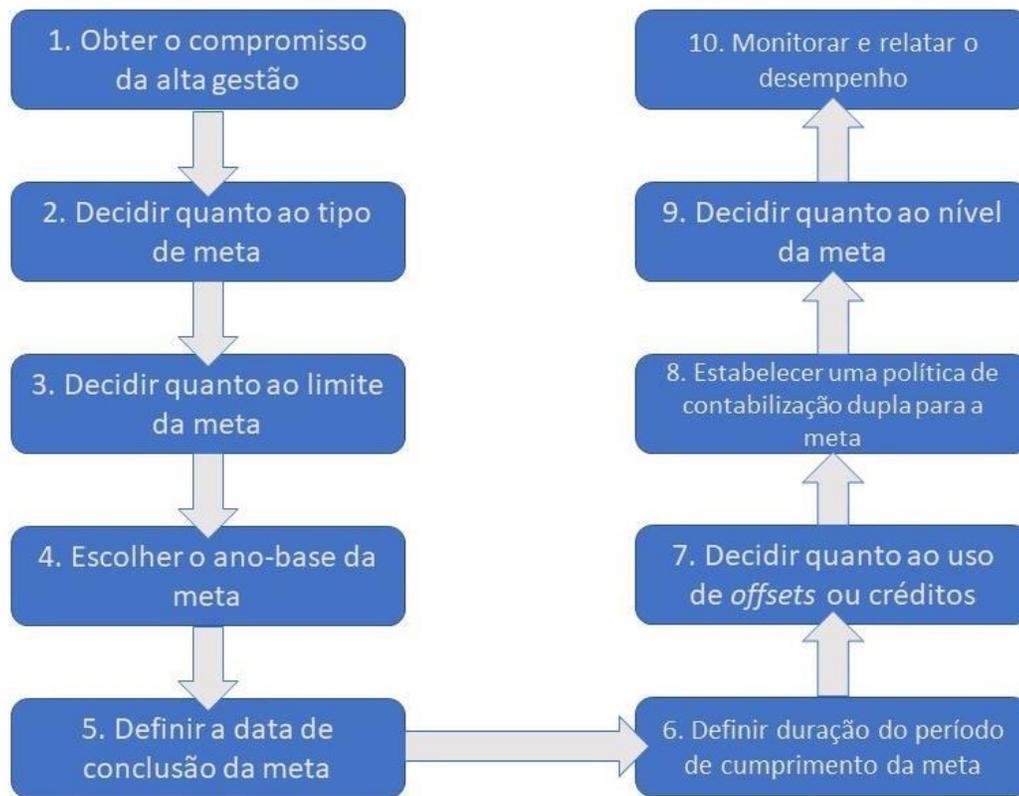
Cabe destacar que, em 2019, a Empresa X neutralizou suas emissões de 2018 por meio da compra de créditos de carbono, ou seja, por meio da compensação, sem a redução efetiva de suas emissões. Melhor que isso, tanto do ponto de vista ambiental quanto do econômico, seria a geração de seus próprios créditos, o que, além de diminuir a inserção de GEE na atmosfera, proporcionaria um potencial ganho financeiro proveniente da possível venda dos créditos que seriam gerados e ainda evitaria o custo da compra de créditos de terceiros.

A seguir, foi apresentada a metodologia usada para estabelecer a meta proposta, a fim de garantir credibilidade à ela.

5 METODOLOGIA

Com o intuito de organizar os dados coletados, facilitando sua análise, e apresentar um diagnóstico de suas emissões até o momento, foi feito um relatório das emissões da Empresa X, usando-se o software *Power BI* (da Microsoft, versão maio de 2020). Esses dados serão analisados em seguida, por meio da metodologia sugerida nas **Especificações do Programa Brasileiro GHG Protocol (2008)**, que divide o estabelecimento da meta em 10 etapas, conforme a Figura 5.1:

Figura 5.1 – Etapas para o estabelecimento de meta de GEE



Fonte: GHG Protocol (2008) adaptado

Essa metodologia foi escolhida pelo fato do Programa já ser usado pela empresa para realização dos inventários. A seguir, cada etapa foi detalhada, para um melhor entendimento:

1. Obter o compromisso da alta direção

É essencial envolver gestores e diretores no estabelecimento da meta, garantindo que estejam de acordo e dispostos a disponibilizar recursos e incentivos para o alcance da mesma. Muitas vezes, os altos níveis de gestão não estão familiarizados com o tema, por isso, o primeiro passo é contextualizá-los por meio da divulgação da relevância, tanto para a imagem da empresa, como para a qualidade socioambiental mundial.

2. Decidir quanto ao tipo de meta

Há duas opções: meta absoluta (expressa em termos de CO₂e reduzido no tempo) ou meta de intensidade (redução em CO₂e em função de algum tipo de medida de desempenho da organização). Nesse segundo caso, é preciso, ainda, decidir o tipo de medida de desempenho organizacional que será adotado.

3. Decidir quanto aos limites da meta

Envolve as seguintes questões: quais GEEs serão envolvidos; quais operações geográficas serão envolvidas, ou seja, quais unidades da empresa serão incluídas; escolha das fontes de emissões; definir se a meta será a mesma para operações diferentes ou se serão independentes.

4. Escolha do ano base

Para que a meta tenha credibilidade, é necessário que ela leve em consideração as emissões do passado. Para isso, é necessário determinar-se um ano base. Esse ano deverá ter dados confiáveis de suas emissões pois servirão de comparação para as emissões dos anos futuros. Há duas opções: ano base fixo ou ano base móvel. Segundo a metodologia do GHG Protocol, é possível usar anos base diferentes para meta e inventário, mas é recomendado que seja o mesmo para compatibilizar o processo de gestão.

Na Figura 5.2 foram comparadas as metas com ambos os tipos de ano base para auxiliar na decisão:

Figura 5.2– Comparação entre metas de ano base fixo e móvel

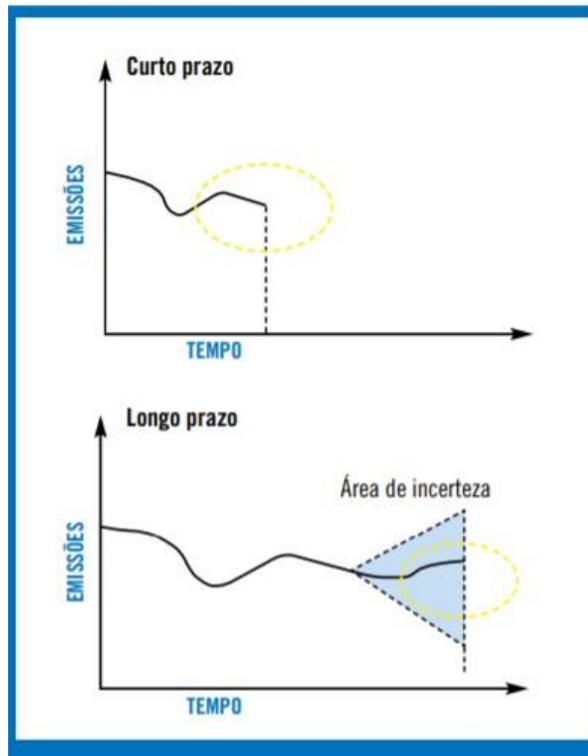
	META COM ANO-BASE FIXO	META COM ANO-BASE MÓVEL
Como a meta pode ser expressa?	A meta pode seguir a fórmula “emitiremos X% menos no ano B que no ano A”	A meta pode seguir a fórmula “nos próximos X anos reduziremos as emissões a cada ano em Y% com relação ao ano anterior”
Qual é o ano-base da meta?	Um ano de referência fixo	O ano anterior
Até que ponto no passado é possível fazer comparações?	Uma série temporal de emissões absolutas permitirá fazer comparações	Se houver mudanças estruturais significativas, a série temporal de emissões absolutas não permitirá comparações entre mais de dois anos ao mesmo tempo
Qual é o referencial para comparar emissões entre o ano-base da meta e o ano de conclusão? (ver também Figura 14)	A comparação no tempo é baseada no que é de propriedade da ou controlado pela empresa no ano de conclusão da meta	A comparação no tempo é baseada no que era de propriedade da ou controlado pela organização nos anos em que a informação foi relatada
Até que ponto no passado é preciso fazer recálculos?	As emissões são recalculadas para todos os anos até o ano-base fixo da meta	As emissões são recalculadas somente para o ano anterior à mudança estrutural, ou ex post para o ano da mudança estrutural, o qual então se torna o ano-base
Quão confiáveis são as emissões do ano-base da meta?	Se uma organização com uma meta adquire uma organização que não tinha dados confiáveis de GEE no ano-base da meta, é preciso estimar retrospectivamente essas emissões, o que reduz a confiabilidade dos dados do ano-base	Os dados de emissões de GEE de uma organização adquirida são necessários somente para o ano anterior à aquisição (ou mesmo somente a partir da aquisição), reduzindo ou eliminando a necessidade de estimativas retrospectivas
Quando deve haver recálculos?	As circunstâncias que geram a necessidade de recálculos devidos a mudanças estruturais etc. (ver Capítulo 5) são as mesmas em ambas as abordagens	

Fonte: Programa Brasileiro GHG *Protocol* (2008)

5. Definir a data de conclusão da meta

Nesta etapa é decidido se a meta será de curto ou longo prazo. As metas de longo prazo podem facilitar o planejamento, mas se submetem a mais incertezas ao longo do tempo, o que pode trazer riscos ou oportunidades, como ilustrado na Figura 5.3, a seguir:

Figura 5.3 – Incertezas relacionadas à data de conclusão da meta



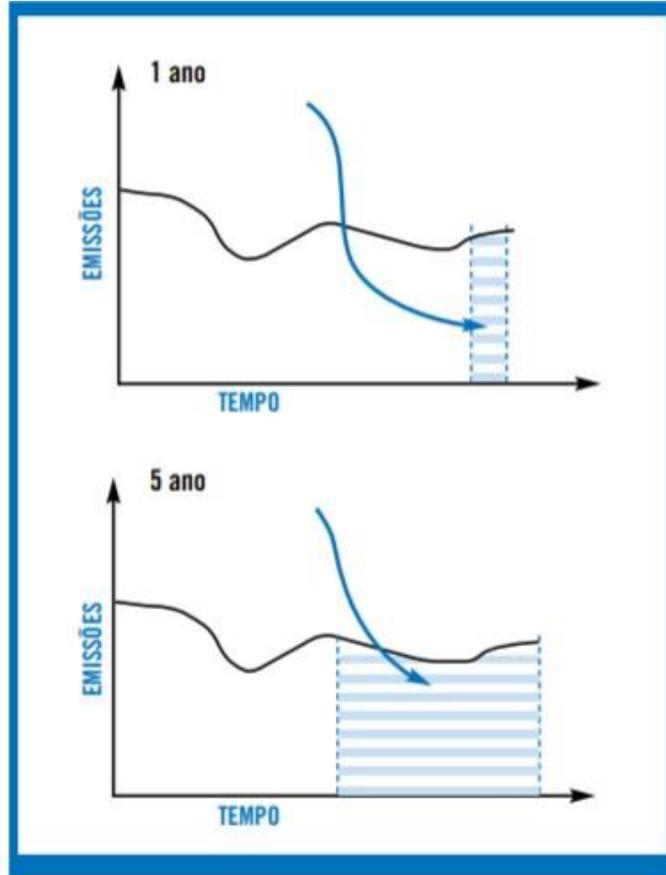
Fonte: Programa Brasileiro GHG *Protocol* (2008)

6. Definir a duração do período de cumprimento da meta

Nesta etapa é preciso decidir se as emissões em relação ao ano base deverão ser reduzidas até um ano específico ou durante um período plurianual. A primeira opção permite que os esforços se concentrem apenas em um ano do período, entre o ano base e o ano específico, mas a segunda diminui os riscos de que imprevistos ocorridos durante o ano específico prejudiquem o cumprimento da meta.

A Figura 5.4 demonstra que a duração do período de cumprimento determina quantas emissões são mesmo relevantes:

Figura 5.4 – Período de compromisso curto vs. Período longo



Fonte: Programa Brasileiro GHG Protocol (2008)

7. Decidir quanto ao uso de *offsets* ou créditos

Nesta etapa é necessário decidir se a meta permite a consideração de compensações por meio de projetos que reduzem emissões em fontes não contabilizadas anteriormente na etapa 3, chamadas de *offsets*. Em caso afirmativo, os *offsets* devem ser contabilizados de forma separada das emissões efetivas das fontes definidas.

8. Estabelecer uma política de contabilização dupla da meta

Empresas que participam de comércio de *offsets* ou cujas metas possuem limites que se interrelacionam com as metas de outras empresas precisam determinar um método que evite a contagem dupla de emissões e reduções, para garantir que reflitam a realidade do seu próprio contexto independente das demais.

9. Decidir quanto ao nível da meta

A decisão quanto ao nível da meta deve levar em consideração a viabilidade de alcance da meta. Isso pode ser influenciado por vários aspectos definidos nas etapas anteriores, como: os principais fatores que afetam as emissões de GEE; oportunidades e estratégias de redução disponíveis, preferencialmente ao lado de projeções de emissões na presença de cada estratégia; considerar fatores de crescimento ou provável aumento de produção futura; levar em conta se já há alguma estratégia de redução em andamento, que possa reduzir as opções de estratégias futuras ainda não realizadas; e realizar *benchmarking* (do inglês, avaliação comparativa) das emissões de GEE de organizações semelhantes, que já tenham metas determinadas ou não.

10. Monitorar e relatar o desempenho

Determinada a meta, é necessário acompanhar regularmente o desempenho da organização, tanto para verificação de cumprimento, quanto para verificação de viabilidade de cumprimento e, se necessário, ajustá-la, mantendo a credibilidade da mesma.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

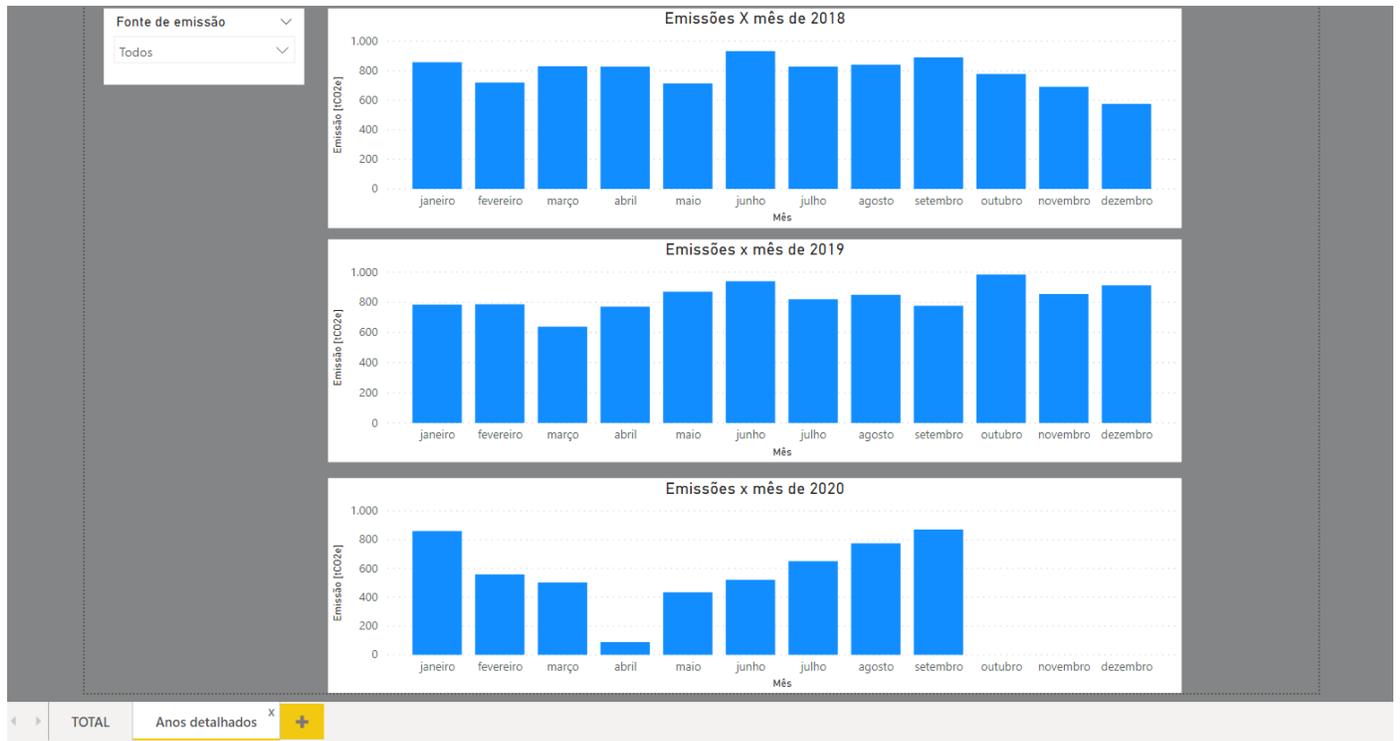
A Figura 6.1 e 6.2 representam o relatório gráfico das emissões da Empresa X:

Figura 6.1 – Relatório de emissões da Empresa X



Fonte: A autora (dados Empresa X)

Figura 6.2 – Relatório de emissões da Empresa X



Fonte: A autora (dados Empresa X)

Abaixo, os resultados das decisões de cada etapa da metodologia GHG *Protocol* são apresentados em forma de tabela, conforme a Tabela 6.1:

Tabela 6.1 – Decisão e justificativa das respectivas etapas de estabelecimento de meta de redução de GEE

ETAPA	DECISÃO	JUSTIFICATIVA
1. Obter o compromisso da alta gestão	Reuniões de apresentação da proposta e comunicados oficiais, organizados pelo time de meio ambiente, com a participação de membros da alta gestão.	No ambiente corporativo, todas as novas propostas devem ser oficializadas na presença dos influentes envolvidos, a fim de argumentar sobre a relevância do tema e obter o engajamento de todos os participantes.
2. Decidir quanto ao tipo de meta	Meta de intensidade: redução de CO ₂ e em função do número de unidades produzidas	Quanto maior a produção, mais intensa é a emissão de CO ₂ e pela indústria. Por isso, envolver o número de unidades produzidas na meta a torna mais fiel ao que realmente está sendo emitido. Por exemplo: suponhamos que a proporção produção/emissão seja de 1:1 e que, no ano 1, foram produzidas 100 unidades e no ano 2, 1000 unidades. O primeiro, portanto, emitiu menos que o segundo e, assim, se a meta for a mesma para ambos, o cumprimento dela no ano 2 deixa a desejar em relação ao cumprimento no ano 1. A determinação de uma meta de intensidade evita esse problema.
3. Decidir quanto ao limite da meta	<ul style="list-style-type: none">- GEEs envolvidos: GEEs emitidos pelo consumo dos combustíveis citados no inventário e pelo consumo de energia elétrica- Unidades da empresa incluídas: unidade mecânica- Fontes de emissão: geradores, caldeira, solda industrial, frota interna, empilhadeiras, extintores, equipamentos de refrigeração, teste de motores à combustão, fornos de tratamento térmico e consumo de energia elétrica geral- Mesma meta para operações diferentes.	Na Empresa X, os GEEs emitidos pelos exaustores, monitorados diretamente, não são provenientes de processos de combustão e, por isso, não são contemplados pela metodologia GHG Protocol. Sendo assim, e considerando que ainda não são declaradas emissões de Escopo 3, apenas serão envolvidos na meta os GEEs emitidos pelo consumo de combustíveis e energia elétrica das fontes destacadas, declarados diretamente como CO ₂ e, cuja conversão que segue os respectivos fatores de emissão.
4. Escolha do ano-base	Ano-base fixo: 2018	Na Empresa X, 2018 foi o primeiro ano em que se declarou inventário de emissões e, por isso, ele foi escolhido como ano-base para a meta.
5. Decidir a data de conclusão da meta	2030	Decidiu-se por uma meta de longo prazo (acima de 5 anos de cumprimento) pois facilita o planejamento, apesar das incertezas reservadas por ela. Quanto a isso, foi considerado que, dentre as incertezas, pode haver oportunidades. O ano de 2030 foi escolhido especificamente para coincidir com o ano final das metas do

Brasil para o Acordo de Paris, forçando, assim, a indústria em questão a contribuir durante todo o período.

6. Definir a duração do período de cumprimento da meta

Período plurianual (reduzir, com relação à 2018, durante o período de cumprimento 2021 - 2030)

A meta deverá ser cumprida no período plurianual composto pelos anos entre o ano de definição da meta (2021) e o ano de conclusão (2030). Diante do contexto incerto estabelecido pela pandemia atual, um período plurianual reduz as chances de que um ano economicamente ruim comprometa todo o cumprimento da meta.

7. Decidir quanto ao uso de *offsets* ou créditos

Não será permitido o uso de *offsets*.

A meta deve ser cumprida por meio de reduções realizadas exclusivamente nas fontes contabilizadas na etapa 3, para conferir mais credibilidade à mesma. No caso de novas fontes apresentarem oportunidades de redução, deverá ser feito um recálculo da meta, incluindo-as, antes de considerar qualquer redução proveniente delas.

8. Estabelecer uma política de contabilização dupla da meta

Não é necessário.

Uma vez que não serão considerados *offsets* e que não haverá relação entre a meta da Empresa X e metas de outras empresas, a metodologia GHG Protocol não demanda uma política de contabilização dupla.

9. Decidir quanto ao nível da meta

Meta de nível médio.

Considera-se viável o cumprimento de uma meta de nível médio, pelos seguintes aspectos:

- Oportunidades de redução ainda não implementadas: placas fotovoltaicas sobre os galpões com enormes áreas de telhado disponíveis; tecnologias sustentáveis que melhoram o conforto térmico interno, como telhado verde ou a simples pintura branca das superfícies externas da edificação, reduzindo a demanda por equipamentos de refrigeração que consomem energia; substituição de alguns combustíveis por outros de fator de emissão menor;
- *Benchmarking*: empresas de porte e ramo semelhantes possuem metas de nível médio determinadas (aproximadamente 15 a 30% de redução);
- Utilização de equipamentos com maior eficiência energética em instalações de novos processos;
- Existência de empecilhos financeiros, frente à crise econômica gerada pela pandemia. Não se considera viável uma meta de nível alto uma vez que boa parte dos gastos que poderiam ser

convertidos em projetos de redução, foram direcionados a ações de prevenção ao Corona vírus e recuperação de mercado.

10. Monitorar e relatar o desempenho

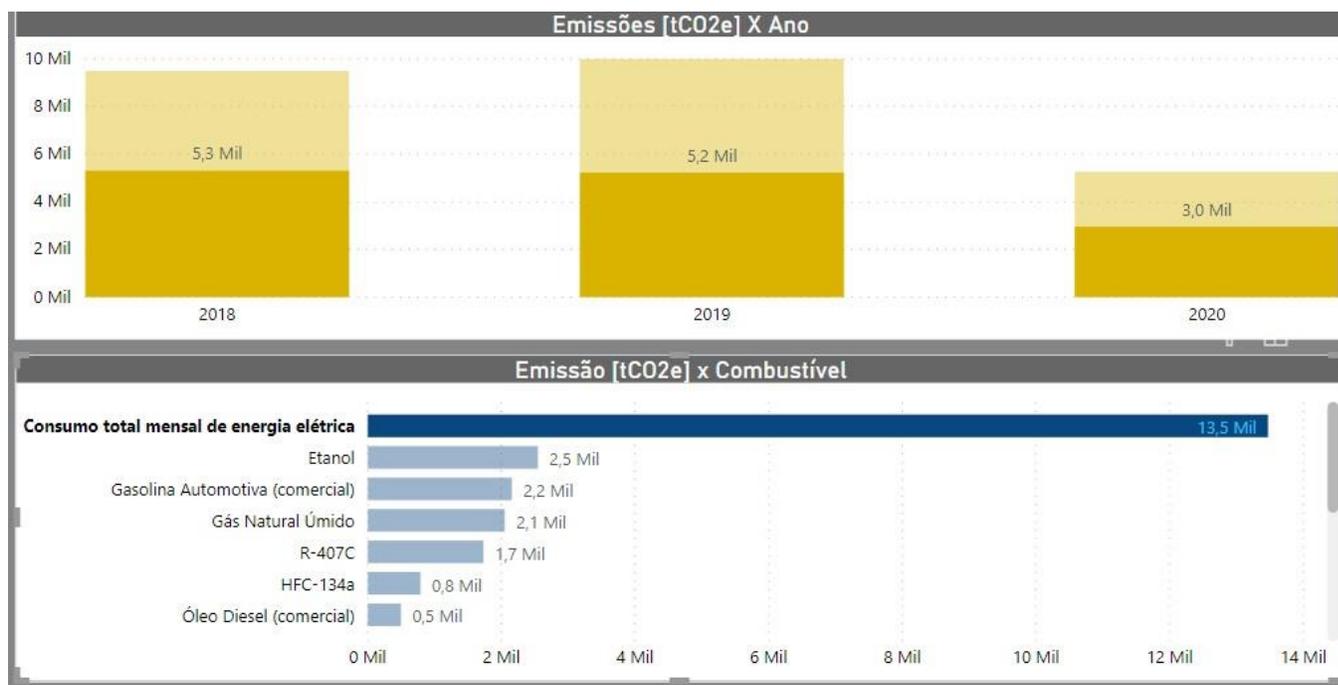
Indicadores mensais + planos de ação.

O monitoramento será feito por meio de indicadores mensais de emissão por unidade produzida: divide-se o total de emissões no mês pelo total de unidades produzidas no mesmo mês, gerando um indicador com meta parcial. Destacando-se que o cumprimento da meta total (todos os meses e anos do período) deverá, também, ser em função das unidades produzidas do ano-base. No caso de relatos fora da meta parcial, ações de mitigação deverão ser tomadas para evitar que comprometam a meta total.

Fonte: A autora (dados Empresa X)

Por ser a mais detalhada e aquela que mais interfere quantitativamente no valor final da meta, a Etapa 9 foi discutida mais a fundo, a seguir. A partir da análise da Figura 6.3, retirada do relatório, percebe-se que em cada um dos 3 anos declarados, o consumo de energia elétrica foi responsável por mais de 50% das emissões da empresa.

Figura 6.3 – Realce das emissões por consumo de energia elétrica da Empresa X (dados de 2018 completos, 2019 completos, 2020 parciais)



Fonte: A autora (dados Empresa X)

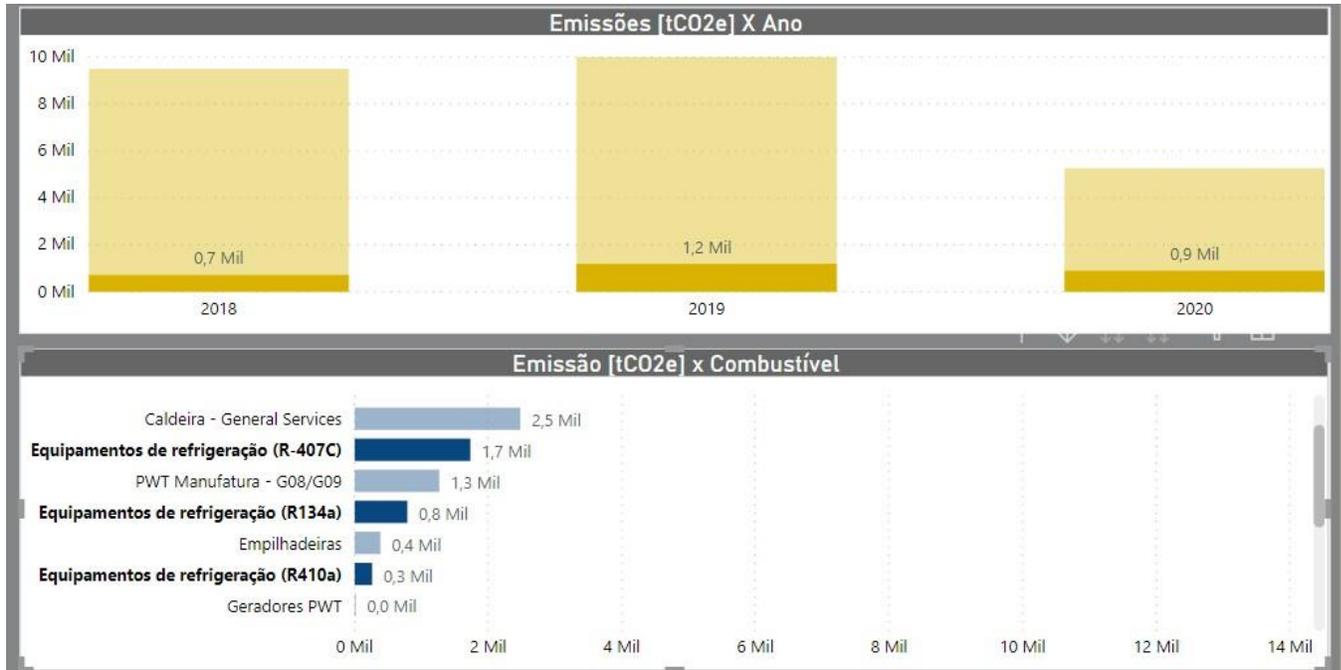
Diante disso, as duas estratégias que atacam esse consumo conferem grande potencial à meta a ser proposta. Fazendo-se uma projeção simplificada em relação à implantação de placas fotovoltaicas mencionada nas justificativas da Etapa 9, temos o seguinte: considerando que a produção energética de uma placa solar varia de 12 a 18kWh/mês/m² (HARTMANN, 2015) e que a superfície disponível sobre o galpão da Empresa X possui aproximadamente 116.400m² de área¹¹ seriam produzidos 1.629.600kWh/mês (média de geração de energia multiplicada pela área de telhado disponível). Uma vez que, segundo Hartmann (2015) a produção de energia solar não emite GEEs, multiplicando-se o valor final obtido pelo fator de emissão de energia elétrica, apresentado no item 4.1 do presente trabalho (0,07398333), tem-se que a instalação das placas evitaria uma emissão próxima à 120,56 tCO2e/mês ou ainda 1.446 tCO2e/ano. Esse valor representa mais de 25% das emissões de Escopo 2 da Empresa X no ano-base (2018) e 15,24% do total de emissões desse mesmo ano.

¹¹ Cálculo realizado no Google Earth, pela ferramenta “medir”

O consumo energético remanescente, que as placas solares não conseguiram abranger, poderia, ainda, ser reduzido pela pintura das superfícies externas da edificação com tinta branca reflexiva, o que pode reduzir em até 70% a temperatura do ambiente interno (TRIGUEIRO, 2017). Isso diminuiria, conseqüentemente, a demanda por uso de equipamentos de refrigeração que consomem muita energia. Sabendo que a empresa não dispõe de dados de consumo energético dos equipamentos de refrigeração discriminados dos demais, será considerado: um aparelho de 1000 watts de potência por sala, ligado durante 8 horas por dia, consumindo 240kWh/mês cada (DUFRIO, 2020), e um total de 50 salas na companhia, resultando, assim, em um consumo total de 12000kWh/mês, ou ainda, 144.000kWh/ano. Para uma projeção realista, deve-se levar em conta que, mesmo com a aplicação da tinta branca, a demanda por equipamentos de refrigeração não zeraria, por conta de períodos extremamente quentes, por exemplo. Será considerado, então, que, com essa estratégia, o consumo energético por equipamentos de refrigeração diminuiria em 70% (mesma porcentagem de redução da temperatura interna). Com isso, resulta-se em uma redução de 100.800 kWh/ano, ou seja, 7,458 tCO₂e/ano. Isso representa 0,078% das emissões totais do ano base.

Além disso, o uso da tinta branca reflexiva reduziria também o consumo dos gases de refrigeração que, de acordo com os dados do inventário apresentados de forma gráfica na Figura 6.4, representam uma média de 11,29% das emissões totais, dos 3 anos relatados ou 7,5% das emissões do ano-base de 2018, que poderiam ser reduzidos.

Figura 6.4 – Realce das emissões por gases de refrigeração na Empresa X



Fonte: A autora (dados Empresa X)

Para uma projeção, considera-se novamente que, mesmo com a aplicação da tinta branca, a demanda por equipamentos de refrigeração não zeraria, mas diminuiria em 70% (mesma porcentagem de redução da temperatura interna). No ano-base, as emissões por gases de equipamentos de refrigeração totalizaram 715,43tCO₂e. 70% desse valor, representam 500,8tCO₂e que poderiam ser reduzidas, ou seja, 5,3% das emissões totais de 2018.

Na Empresa X, há um tratamento térmico composto por 5 fornos contínuos industriais: 2 à gás natural (úmido) e 3 elétricos. Tendo em vista que o fator de emissão do gás natural úmido (2,33463) é bem mais alto que o da energia elétrica (0,07398333), a substituição dos 2 primeiros por fornos elétricos reduziria ainda mais as emissões. Para a projeção, considera-se que, de acordo com arquivos da Empresa X, cada forno à gás consome 360m³ de gás natural/dia, ou seja, 131.400m³/ano. Multiplicando-se esse valor pelo fator de emissão do combustível, há uma emissão de 306,77 tCO₂e/ano por forno a gás. Já cada forno elétrico consome em média 186,33kw/h. Levando em conta que os fornos ficam ligados continuamente, esse consumo passa a ser 1609920kw/ano. Assim, multiplicando-se esse consumo pelo fator de emissão da energia elétrica, tem-se que a emissão proveniente do funcionamento de cada forno elétrico é de 119107,24kgCO₂e ou 119,1tCO₂e. Trocando-se os 2 fornos à gás por fornos elétricos, o processo que antes emitia

613,24tCO₂e/ano (emissão proveniente dos 2 fornos a gás juntos), passaria a emitir 238,2tCO₂e/ano (soma da emissão proveniente de 2 fornos elétricos juntos), reduzindo assim 375,34tCO₂e/ano. Tal valor representa 3,96% das emissões do ano-base que poderiam ser reduzidas a mais, levando em conta novamente que a emissão dos fornos não estaria contemplada na energia produzida pelas placas solares. Para facilitar o entendimento dos cálculos acima, os valores foram relacionados na Figura 6.5:

Figura 6.5 – Cálculos para projeção da redução de emissão por troca de fornos

Forno	Consumo/ano	Emissão [t/ano]		Forno	Consumo/ano	Emissão [t/ano]
Gas	131400m ³	306,77		Eletrico	1609920kw	119,1
Gas	131400m ³	306,77	Troca dos fornos a gas por eletricos	Eletrico	1609920kw	119,1
Eletrico	1609920kw	119,1		Eletrico	1609920kw	119,1
Eletrico	1609920kw	119,1		Eletrico	1609920kw	119,1
Eletrico	1609920kw	119,1		Eletrico	1609920kw	119,1
TOTAL		970,84		TOTAL		595,5
			Redução de emissão [tCO₂e/ano]:			
			TOTAL ANTES - TOTAL DEPOIS=			375,34

Fonte: A autora

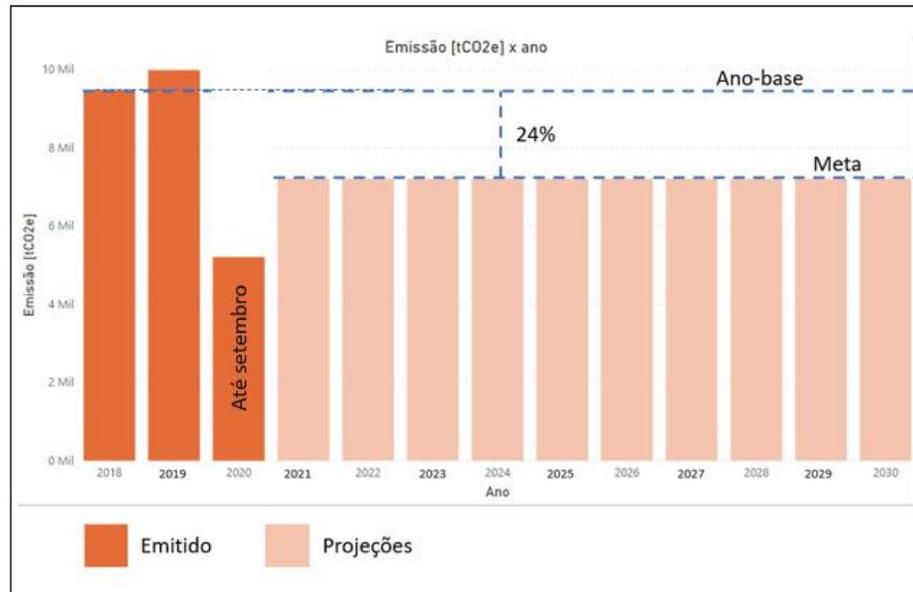
O reflorestamento é, sem dúvida, uma forma de melhorar a qualidade do ar local, uma vez que a vegetação capta CO₂ da atmosfera e libera O₂, por meio da fotossíntese. Porém, essa técnica é mais uma forma de compensar as emissões da empresa do que de fato uma estratégia de redução, por isso não será considerada. Somando-se as porcentagens de emissão resultantes de cada projeção tem-se:

$$15,24\% \text{ (placas fotovoltaicas)} + 0,078\% \text{ (tinta branca reflexiva – energia elétrica)} + 5,3\% \text{ (tinta reflexiva – gases de refrigeração)} + 3,96\% \text{ (fornos)} = \mathbf{24,578\%}$$

Diante da crise de mercado que surgiu com a pandemia, e dos gastos direcionados à prevenção do novo coronavírus, não considera-se viável que todas as projeções sejam alcançadas. Por isso, a porcentagem final foi arredondada para baixo, resultando, então, na meta final proposta por este trabalho: 24% de redução das emissões de GEE em relação ao ano de 2018, a ser cumprida durante o período de 2021-2030. Esse resultado significa que a média das emissões dos anos dentro do período de cumprimento não podem exceder 76% (100%-24%) das emissões totais do ano-base, conforme ilustrado na Figura 6.4. Nela, as emissões de 2020 ainda não declaradas (outubro, novembro e dezembro) também foram projetadas a fim de compor visualmente o gráfico. Para isso, considerou-se que haveria um aumento semelhante em relação ao ano anterior, assim como houve

de 2018 para 2019, porém, um pouco menor, já que a produção desse ano foi um pouco mais baixa, devido à pandemia.

Figura 6.4 – Projeção das emissões para o período de cumprimento da meta (emissões de outubro, novembro e dezembro de 2020 também projetadas para compor visualmente o gráfico)



Fonte: A autora

É válido lembrar que a meta deve ser ajustada caso haja alterações no processo produtivo. Caso em algum dos anos do período a emissão for tal que comprometa a porcentagem total do período, a meta não será atingida.

O não cumprimento da meta pode afetar a imagem da empresa negativamente, na mesma proporção que a divulgação da meta afeta a imagem positivamente.

7 CONCLUSÃO

A realização deste trabalho permitiu concluir que, para a solução de problemas ambientais como as mudanças climáticas, deve-se pensar globalmente, mas agir localmente. Ferramentas como o mercado de carbono podem parecer eficientes em termos globais, mas não em termos locais, já que os mecanismos de flexibilização permitem que a redução de emissões em um país compense a emissão em outro, ignorando o fato de que essa compensação não é real em termos de qualidade do ar local. Por isso, é essencial que os profissionais da área ambiental incentivem pessoas e empresas a buscarem a redução de emissões independente do mercado de carbono, separando sempre a relevância global e local dessas ações. Além das vantagens ambientais, a redução de emissões é benéfica para a imagem da empresa pois representa uma preocupação com as responsabilidades socioambientais, atraindo clientes. Neste aspecto, a gestão ambiental é fundamental, já que possibilita o direcionamento de estratégias de redução por meio do estabelecimento de uma meta. A fundamentação dessa meta em metodologias consistentes é o que confere credibilidade e viabilidade a ela, e ainda pode trazer diversos benefícios, como facilitar a identificação de oportunidades de redução, ou mesmo minimizar riscos econômicos, legais e ambientais futuros. Os riscos econômicos podem ser minimizados pelo fato do atingimento da meta gerar ganhos financeiros, uma vez que a redução do consumo de energia e a otimização do consumo de combustíveis e produtos químicos proporcionam economia dos recursos, que custam dinheiro. A meta também pode preparar a empresa para novas legislações abrangendo a gestão de emissões, que se mostram prováveis diante do contexto das mudanças climáticas. Para tal, é de extrema importância que os níveis mais altos de gestão da organização tenham consciência ambiental pois sem o engajamento dos mesmos nenhuma meta pode ser atingida. A partir daí, destaca-se também a relevância da educação ambiental, para garantir que todos estejam envolvidos e familiarizados com o tema.

8 PROPOSTA DE CONTINUIDADE

Como continuidade do presente trabalho, sugere-se que a empresa realize a inscrição da meta proposta na *Science Based Target (SBT)*, iniciativa que surgiu de uma parceria da *Disclosure Insight Action (CDP)* com a *United Nations Global Compact (UNGC)* e a *World Wide Found for Nature (WRI)* que, basicamente, certifica a credibilidade da meta de redução de emissões de uma companhia, quando a mesma respeita os critérios estabelecidos pela SBTi. A metodologia para inscrição da meta está disponível no site da organização (<https://sciencebasedtargets.org>).

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACCIONA. **Acciona compromete-se a reduzir a emissão de gases de efeito estufa em 16% até 2030.** 2018. Disponível em: <<https://www.accionacompromete-se-a-reduzir-a-emiss%C3%A3o-de-gases-de-efeito-estufa-em-16-at%C3%A92030/>>. Acesso em: 23 nov. 2020.

BELCHIOR, G. MATIAS, J. **Protocolo de Quioto, mecanismos de flexibilização e créditos de carbono.** 2007. Dissertação (Mestrado em Direito Constitucional). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. 2007. Disponível em: http://www.publicadireito.com.br/conpedi/manaus/arquivos/anais/bh/germana_parente_neiva_belchior3.pdf. Acesso em: 9 out. 2020

CICLO VIVO. **Montadora reduz emissões de CO2 nas fábricas em 30%.** 2018. Disponível em: <<https://ciclovivo.com.br/planeta/meio-ambiente/ford-emissao-de-co2/>>. Acesso em: 15 nov. 2020.

DEREKZYNSKI, Claudine. **Variabilidade e mudanças climáticas.** 2013. Disponível em: <https://www.if.ufrj.br/~pef/aulas_seminarios/seminarios/2013_1_06_claudine.pdf>. Acesso em 24 nov. 2020.

DUFRIO. **Tabela de consumo de ar condicionado para calcular seus gastos.** 2020. Disponível em: <https://www.dufrio.com.br/blog/ar-condicionado/tabela-consumo-ar-condicionado/>. Acesso em: 20 nov. 2020.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. 2018. Disponível em: <http://www.feam.br/component/content/article/15/1754-betim>. Acesso em: 9 dez. 2020.

GHG PROTOCOL. **Especificações do Programa brasileiro GHG Protocol.** 2008. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/proclima/wpcontent/uploads/sites/36/2014/05/ghg_protocol_duplas.pdf Acesso em: 9 ago. 2020.

GHG PROTOCOL. **Notas Complementares do Programa brasileiro GHG Protocol.** 2017. Disponível em: < http://mediadrawer.gvces.com.br/ghg/original/ghg-protocol_notatecnica_categorias_escopo-1_v4.pdf> Acesso em: 9 out. 2020.

HARTMANN, Mariane. **Análise energética e de custo do potencial fotovoltaico conectado a rede de energia elétrica do complexo aeroportuário de Joinville.** 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/157269>. Acesso em: 23 nov. 2020.

INPE. **Efeito estufa.** 2008. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/6215-efeito-estufa.html>. Acesso em: 9 out. 2020.

MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa Nº 217.** 2017. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=45558> . Acesso em: 12 jul. 2020.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Mercado de carbono**. 2012. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/component/search/?searchword=cr%C3%A9ditos%20de%20carbono&ordering=newest&searchphrase=all&limit=20&limitstart=0>>. Acesso em: 8 out. 2020

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. **Brasil não deve cumprir nem meta menos ambiciosa no clima**. 2019. Disponível em: < <http://www.observatoriodoclima.eco.br/brasil-nao-deve-cumprir-nemmeta-menos-ambiciosa-no-clima/>>. Acesso em: 24 nov. 2020.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. **Mercado de carbono**. 2015. Disponível em: <http://www.observatoriodoclima.eco.br/mercado-de-carbono/>. Acesso em: 9 out. 2020.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. **Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de GEE – SEEG**. 2020. Disponível em: <[https://seeg-br.s3.amazonaws.com/Documentos%20Analiticos/SEEG 8/SEEG8 DOC ANALITICO SINTESE 1990-2019.pdf](https://seeg-br.s3.amazonaws.com/Documentos%20Analiticos/SEEG%208/SEEG8_DOC_ANALITICO_SINTESE_1990-2019.pdf)>. Acesso em: 10 out. 2020.

PEDROSO, G. Qualidade do ar em Betim é a pior de Minas. In: **O Tempo**. 2009. Disponível em: <https://www.otempo.com.br/cidades/qualidade-do-ar-em-betim-e-a-pior-de-minas-1.624864>
Acesso em: 9 out. 2020.

PREFEITURA DE BETIM. **A cidade de Betim**. 2019. Betim. Disponível em: <<http://www.betim.mg.gov.br/prefeitura-de-betim/falando-de-betim/o-municipio/39037%3B36637%3B070912%3B0%3B0.asp>> Acesso em: 9 out. 2020.

RATES, B. **O que é um inventário de emissões?** In: WAY CARBON. 2016. Disponível em: <<https://blog.waycarbon.com/2016/07/inventario-de-gases-de-efeito-estufa/#:~:text=Invent%C3%A1rio%20de%20Gases%20de%20Efeito%20Estufa%20%E2%80%93%20defini%C3%A7%C3%A3o,monitoramento%20e%20registro%20dessas%20emiss%C3%B5es.>>> Acesso em: 9 out. 2020.

RETTMANN, R. **O que é e como funciona o mercado de carbono?** IPAM Amazônia. 2007. Disponível em: <<https://ipam.org.br/cartilhas/>> Acesso em: 9 out. 2020.

SEIFFERT, Mati Elisabete Bernardini. **Mercado de carbono e Protocolo de Quioto: oportunidades de negócios na busca da sustentabilidade**. São Paulo: Atlas, 2009.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDISAGEM INDUSTRIAL (SENAI). **Cartilha inventário de emissões de gases de efeito estufa**. 2017. Disponível em: <[file:///C:/Users/analú/Downloads/J0259-17%20Cartilha%20Invent rio%20de%20Emiss es Web 170808.pdf](file:///C:/Users/analú/Downloads/J0259-17%20Cartilha%20Invent%20rio%20de%20Emiss%20es%20Web%20170808.pdf)>. Acesso em: 24 nov. 2020.

SOUZA, Maria. CORAZZA, Rosana. **Do Protocolo de Quioto ao Acordo de Paris: uma análise das mudanças no regime climático global a partir do estudo da evolução de perfis de emissões de gases de efeito estufa**. 2017. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/made/article/view/51298/34446>>. Acesso em: 17 nov. 2020.

TRIGUEIRO, André. **Cidades e soluções: como construir uma cidade sustentável**. Brasil: Leya, 2017.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). **Reference Manual. Kyoto Protocol**. 2008. Disponível em: <https://unfccc.int/resource/docs/publications/08_unfccc_kp_ref_manual.pdf>. Acesso em: 9 out. 2020.

WAYCARBON. **Braskem: adotando a precificação interna de carbono para fortalecer a contribuição empresarial para o desenvolvimento sustentável**. 2020. Disponível em: <<https://cutt.ly/8ho3njX>>. Acesso em: 24 nov. 2020.

WIKIMEDIA FOUNDATION. **Betim**. 2010. Disponível em: <<https://fracademic.com/dic.nsf/frwiki/209370>>. Acesso em: 10 out. 2020.

ZANON, Matheus. **As empresas e a neutralização das emissões**. 2020. Disponível em: <<https://cebds.org/as-empresas-e-a-neutralizacao-das-emissoes-2/#.X542e4hKhPY>>. Acesso em: 17 nov. 2020.

ANEXO I

INVENTARIO EMPRESA X 2018						
		Fonte	Combustivel	Unidadesde	Consumo	Emissao ton CO2e
ESCOPO 1	Combustao estacionaria	Geradores PWT	Óleo Diesel (comercial)	Litros	577,9917	1,40163
		PWT Manufatura - G08/G09	Gasolina automotiva (comercial)	Litros	222859	364,1516
		PWT Manufatura - G08/G09	Etanol	Litros	64766	98,44432
		Engenharia de Produto PWT - G50	Gasolina automotiva (comercial)	Litros	180115,3	294,3084
		Engenharia de Produto PWT - G50	Gasolina automotiva (pura)	Litros	76597,46	171,5017
		Engenharia de Produto PWT - G50	Óleo Diesel (comercial)	Litros	65765,52	159,4814
		Engenharia de Produto PWT - G50	Etanol	Litros	748590,6	1137,858
		Caldeira - General Services	Gás Natural Úmido	m ³	462461,6	1078,46
		Gás acetileno para solda industrial	Acetileno	kg	60,84	0,411887
	Combustao movel	Frota interna PWT Betim	Etanol	Litros	2563,55	0,034403
		Frota interna PWT Betim	Gasolina automotiva (comercial)	Litros	102,92	0,173762
		Empilhadeiras	Gás Liquefeito de Petróleo	kg	53306	160,3061
	Emissao fugitiva	Extintores	Dióxido de carbono (CO2)	kg	1722	1,722
		Equipamentos de refrigeração (R-407C)	R-407C	kg	283,5	502,929
		Equipamentos de refrigeração MO99	R-438A	kg	0	0
		Equipamentos de refrigeração R147-a	HFC-134a	kg	148,6	212,498
	Processos industriais	Gás de solda (Stargold)	Dióxido de carbono (CO2)	kg	118,62	0,11862
Mistura gasosa CH4 + ar sintético		Metano (CH4)	kg	3,25376	0,081344	
Mistura gasosa CO2 + N2		Dióxido de carbono (CO2)	kg	103,2995	0,103299	
ESCOPO 2	Energia	Consumo total mensal de energia		kwh	56466383	5302,517

INVENTARIO EMPRESA X 2019

		Fonte	Combustivel	Unidasde	Consumo	Emissao ton CO2e
ESCOPO 1	Combustao estacionaria	Geradores PWT	Óleo Diesel (comercial)	Litros	443,91	1,0765
		PWT Manufatura - G08/G09	Gasolina automotiva (comercial)	Litros	217,258.00	354,9996
		PWT Manufatura - G08/G09	Etanol	Litros	133,814.00	203,3973
		Engenharia de Produto PWT - G50	Gasolina automotiva (comercial)	Litros	330,042.74	539,2898
		Engenharia de Produto PWT - G50	Gasolina automotiva (pura)	Litros	37,889.20	84,8339
		Engenharia de Produto PWT - G50	Óleo Diesel (comercial)	Litros	84171.68	204,1163
		Engenharia de Produto PWT - G50	Etanol	Litros	728080.82	1106,68
		Caldeira - General Services	Gás Natural Úmido	m ³	418241,92	975,3402
		Gás acetileno para solda industrial	Acetileno	kg	0.00	0.0000
	Combustao movel	Frota interna PWT Betim	Etanol	Litros	5743.43	0,0772
		Frota interna PWT Betim	Gasolina automotiva (comercial)	Litros	168.25	0,2841
		Empilhadeiras	Gás Liquefeito de Petróleo	kg	38388.00	115,44
	Emissao fugitiva	Extintores	Dióxido de carbono (CO2)	kg	376.00	0.3760
		Equipamentos de refrigeração (R-407C)	R-407C	kg	307.20	544,9728
		Equipamentos de refrigeração MO99	R-438A	kg	0	0
		Equipamentos de refrigeração R147-a	HFC-134a	kg	323.60	462,748
	Processos industriais	Gás de solda (Stargold)	Dióxido de carbono (CO2)	kg	197.70	0,1977
		Mistura gasosa CH4 + ar sintético	Metano (CH4)	kg	0.63	0,0157
Mistura gasosa CO2 + N2		Dióxido de carbono (CO2)	kg	26.00	0,026	
ESCOPO 2	Energia elétrica	Consumo total mensal de energia		kwh	55564885.0	5217,8613

INVENTARIO EMPRESA X 2020

		Fonte	Combustivel	Unidasde	Consumo	Emissao ton CO2e
ESCOPO 1	Combustao estacionaria	Geradores PWT	Óleo Diesel (comercial)	Litros	117	0,27911
		PWT Manufatura - G08/G09	Gasolina automotiva (comercial)	Litros	130614	214,46597
		PWT Manufatura - G08/G09	Etanol	Litros	75.058,00	0,40651
		Engenharia de Produto PWT - G50	Gasolina automotiva (comercial)	Litros	197929,73	324,99725
		Engenharia de Produto PWT - G50	Gasolina automotiva (pura)	Litros	48656,76	109,34113
		Engenharia de Produto PWT - G50	Óleo Diesel (comercial)	Litros	49444,77	117,95267
		Engenharia de Produto PWT - G50	Etanol	Litros	478.259,08	2,59025
		Caldeira - General Services	Gás Natural Úmido	m ³	169.771,54	351,25019
		Gás acetileno para solda industrial	Acetileno	kg	0.00	0.0000
	Combustao movel	Frota interna PWT Betim	Etanol	Litros	1.595,27	0,02141
		Frota interna PWT Betim	Gasolina automotiva (comercial)	Litros	49,86	0,08418
		Empilhadeiras	Gás Liquefeito de Petróleo	kg	32263	97,02388
	Emissao fugitiva	Extintores	Dióxido de carbono (CO2)	kg	43	0,043
		Equipamentos de refrigeração (R-407C)	R-407C	kg	291,9	517,8306
		Equipamentos de refrigeração MO99	R-438A	kg	0	0
		Equipamentos de refrigeração R147-a	HFC-134a	kg	57,4	82,082
	Processos industriais	Gás de solda (Stargold)	Dióxido de carbono (CO2)	kg	207,6	0,2076
		Mistura gasosa CH4 + ar sintético	Metano (CH4)	kg	28,1	0
		Mistura gasosa CO2 + N2	Dióxido de carbono (CO2)	kg	85.00	177,48
	ESCOPO 2	Energia elétrica	Consumo total mensal de energia		kwh	55564885.0