CAPÍTULO 3
INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA

3.1 O Programa Brasileiro GHG Protocol

3.1.1 Conceitos

Uma vez estabelecida a relação entre os gases de efeito estufa e o aquecimento global, ficou evidente a necessidade de medição e quantificação das emissões como ponto fundamental para alcançar qualquer progresso no gerenciamento deste problema. Para tanto, era preciso uma metodologia comum, padronizada, transparente e confiável. Desenvolvido nos Estados Unidos pelo World Resource Institute (WRI) em 2001, o GHG Protocol busca entender, quantificar e gerenciar as emissões de GEE de empresas e, atualmente, é a metodologia mais utilizada mundialmente, para a realização de inventários de GEE. É também compatível com a norma ABNT NBR ISO 14.064: 2007 – Gases de Efeito Estufa e com as metodologias de quantificação do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas.

De acordo com o programa, os GEE incluem o dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), hidrofluorcarbonos (HFC), perfluorcarbonos (PFC) e hexafluoreto de enxofre (SF_6).

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1013787/CA

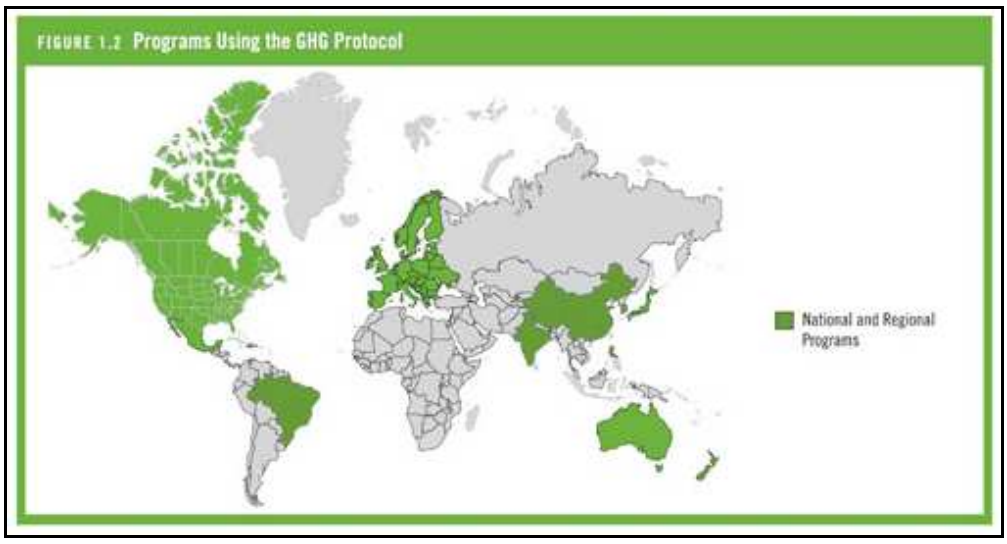

Figura 7: Países com programas nacionais e regionais que utilizam o GHG Protocol (Programa Brasileiro GHG Protocol).

No Brasil, em 2008, a metodologia foi adaptada pelo Centro de Estudos em Sustentabilidade (GVces) da Escola de Administração de Empresas da Fundação Getúlio Vargas (FGV-EAESP) e pelo WRI, em parceria com o Ministério do Meio Ambiente, com o Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBEDS) e com o World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) para início do Programa Brasileiro GHG Protocol, com algumas empresas fundadoras.

O programa ocorre em base voluntária e existem duas maneiras de participação. Na primeira, pode-se aderir ao ciclo de capacitação completo, recomendado para empresas ou instituições que tenham interesse em aprender a metodologia através de oficinas, grupos de trabalho e acompanhamento técnico durante as fases de elaboração, publicação e reconhecimento do inventário. Na outra, opta-se somente pela publicação do inventário anual, quando o participante possui experiência na elaboração de inventários e julga-se apto para produzi-lo sem a necessidade de participação do ciclo completo. Para ambas as opções é necessário o pagamento de uma taxa ao gestor do programa e plataforma.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1013787/CA

Atualmente o programa brasileiro conta com a participação de mais de 70 empresas incluindo, dentre elas, umas das maiores do Brasil. A Fundação Getúlio Vargas, mais especificamente as Escolas de Economia, Administração e Direito de São Paulo, publicou seu inventário de emissões para o ano de 2011, sendo a primeira instituição de ensino a participar do programa.

O desenvolvimento do programa vem promovendo uma mudança importante nas empresas brasileiras que passam a entender e gerenciar suas emissões de GEE e com isso também se antecipam para atender futuras exigências legais relacionadas às mudanças climáticas.

O GHG Protocol divide as abordagens em três diferentes escopos, conforme a saber:

Escopo 1 – São as emissões diretas de fontes próprias ou controladas pela instituição. Estas incluem, por exemplo, a queima de combustíveis fósseis em instalações da universidade, tais como geradores de energia ou veículos de frota própria ou controlada pela instituição, emissões fugitivas de aparelhos de refrigeração e extintores de incêndio.

Escopo 2 – Contabiliza as emissões de GEE na geração de eletricidade que é comprada e consumida pela instituição.

Escopo 3 – Refere-se às outras emissões indiretas que são uma consequência das atividades da instituição, e ocorrem em fontes que não pertencem ou não são controladas por ela. Esta abordagem é opcional, podendo ficar de fora do inventário.

A figura abaixo ilustra os escopos e seus possíveis componentes a serem contabilizados.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1013787/CA

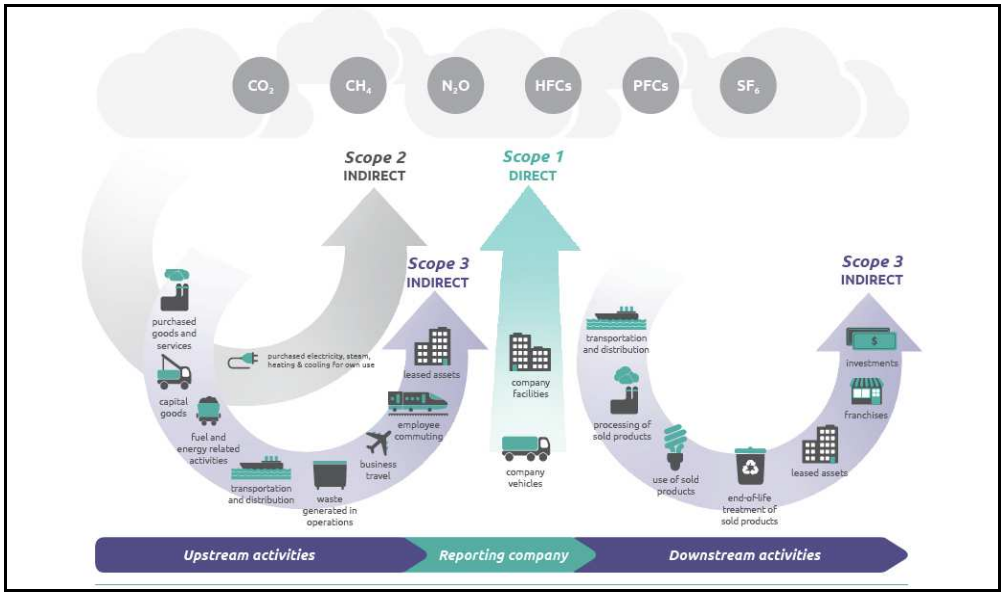

Figura 8: Escopos de um inventário de emissões de GEE (*Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard*).

3.1.2 Ferramenta de Cálculo

Para auxiliar a realização do inventário, o programa GHG Protocol disponibiliza uma planilha para o cálculo de emissões de GEE. A planilha é um arquivo Excel com sugestões de metodologias e fatores de emissão a serem utilizados para os inventários de emissões elaborados dentro do âmbito do Programa. A ferramenta fica disponível no website do Programa Brasileiro GHG Protocol e é atualizada anualmente para melhorias e ajustes nos fatores de emissão utilizados.

A planilha apresenta para Escopo 1 as seguintes possibilidades de cálculo:

- Combustão estacionária direta;
- Combustão móvel direta;
- Emissões fugitivas
- Processos industriais;

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1013787/CA

- Atividades agrícolas;
- Resíduos sólidos;
- Efluentes.

As possibilidades de cálculo para Escopo 2 são:

- Compra de eletricidade do SIN (Sistema Interligado Nacional);
- Compra de vapor;

E por fim, para o Escopo 3 são apresentadas 15 categorias para reporte de emissões propostas pelo Programa. Estas categorias são baseadas no Greenhouse Gas Protocol Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard, disponível no site do "The Greenhouse Gas Protocol":

- Bens e serviços comprados;
- Bens de capital
- Atividades relacionadas com combustível e energia não inclusas nos Escopos 1 e 2;
- Transporte e distribuição (upstream);[2]
- Resíduos gerados nas operações;
- Viagens a trabalho;
- Deslocamento de funcionários (casa - trabalho);
- Bens arrendados (a organização como arrendatária);
- Transporte e distribuição (downstream);[3]

[2] Emissões *Upstream*: emissões indiretas de GEE relacionadas a bens e serviços comprados ou adquiridos.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1013787/CA

- Processamento de produtos vendidos;
- Uso de bens e serviços vendidos;
- Tratamento de fim de vida dos produtos vendidos;
- Franquias;
- Investimentos;

As emissões resultantes da combustão de biomassa são tratadas de forma diferente daquelas provenientes de combustíveis fósseis. O CO_2 liberado na combustão de biomassa é igual ao CO_2 retirado da atmosfera durante o processo de fotossíntese e, dessa forma, é possível considerá-la "carbono neutro". As emissões de CO_2 advindas da combustão da biomassa renovável devem ser excluídas dos Escopos 1, 2 e 3 e serem reportadas separadamente, requerimento este para prover consistência com o inventário nacional. Por outro lado, as emissões de CH_4 e N_2O não podem ser consideradas neutras, em virtude destes gases não serem removidos da atmosfera durante o crescimento da biomassa. Neste caso, as emissões de CH_4 e N_2O devem ser incluídas nos escopos.

O uso de outras metodologias ou fatores de emissão é permitido. Caso a instituição decida por esta opção, as fontes utilizadas devem ser devidamente justificadas e referenciadas no inventário.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1013787/CA

[3] Emissões *Downstream*: emissões indiretas de GEE relacionadas bens e serviços vendidos.

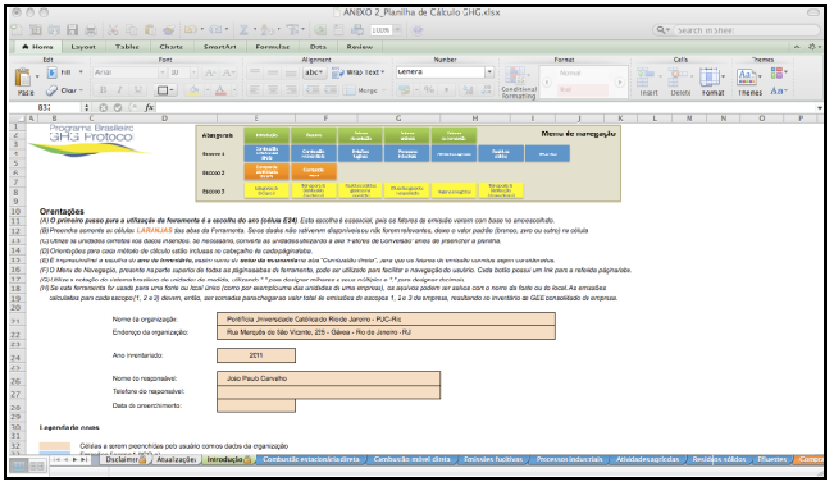

Figura 9: Planilha de introdução da ferramenta de cálculo do Programa GHG Protocol.

No arquivo da planilha disponibilizada (Figura 9) podem ser consultados todos os fatores de emissão com suas respectivas fontes, além dos fatores variáveis e sazonais específicos para o Brasil.

3.1.3 Metodologia de Cálculo

Como já mencionado, a ferramenta disponibilizada é uma planilha Excel que apresenta fórmulas de cálculo baseadas em fatores de emissão específicos para os componentes analisados.

A abordagem mais comum para calcular emissões de GEE é por meio da aplicação de fatores de emissão documentados. Esses fatores são taxas calculadas que relacionam emissões de GEE à atividade da fonte de emissões. As orientações do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, 2006) referem-se a uma hierarquia de abordagens de cálculo e técnicas, desde a aplicação de fatores de emissão genéricos até o monitoramento direto.

As diretrizes do IPCC (2006), de maneira geral, sugerem a estimativa de emissões em três abordagens distintas: do *Tier 1* (método padrão, com menos detalhes) ao *Tier 3*, o mais detalhado de todos. A metodologia consiste na apresentação de formulas matemáticas, informações sobre fatores de emissão ou outros parâmetros necessários ao cálculo das emissões.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1013787/CA

Cada categoria com sua respectiva metodologia de cálculo são resumidos nos itens a seguir.

3.1.3.1 Emissões Fugitivas

O cálculo das emissões fugitivas utilizou uma abordagem por estágio do ciclo de vida. Foram analisados os equipamentos com seus respectivos gases de efeito estufa e o inventário liberado para a atmosfera através de taxas padrão para os equipamentos e método utilizado nos processos de recarga e manutenção dos aparelhos instalados.

3.1.3.2 Energia Elétrica

Baseando-se a matriz energética brasileira principalmente em energia hidráulica, a mesma fica sujeita a uma forte variação sazonal em seus Fatores de Emissão (FE), de acordo com a disponibilidade hídrica dos reservatórios. No caso de um consumo sazonal de eletricidade, essa oscilação pode levar a importantes diferenças no total de emissões associadas a esse uso (Programa Brasileiro GHG Protocol).

Para o ano de 2011, o fator de emissão médio, pode ser obtido através da média dos fatores de emissão mensais por geração de eletricidade no Sistema Interligado Nacional (SIN), conforme apresentados na tabela abaixo.

Tabela 1 - Fatores de emissão para geração de eletricidade no Brasil no ano de 2011.

Ano	Parâmetros	Unidades	Mês											Média Anual
			Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	
2011	FE do SIN	tCO_2/MWh	0.0262	0.0288	0.0208	0.0198	0.0270	0.0341	0.0308	0.0301	0.0273	0.0350	0.0356	0.0349	0.0292

Fonte: http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/74694.html

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1013787/CA

Os fatores de emissão médios de CO_2 para energia elétrica a serem utilizados em inventários têm como objetivo estimar a quantidade de CO_2 associada a uma geração de energia elétrica determinada. Ele calcula a média das emissões da geração, levando em consideração todas as usinas que estão gerando energia e não somente aquelas que estejam funcionando na margem. Se todos os consumidores de energia elétrica do SIN calculassem as suas emissões multiplicando a energia consumida por esse fator de emissão, o somatório corresponderia às emissões do SIN. Nesse sentido, ele deve ser usado quando o objetivo for quantificar as emissões da energia elétrica que está sendo gerada em determinado momento. Ele serve, portanto, para inventários em geral, corporativos ou de outra natureza.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1013787/CA

3.1.3.3 Resíduos Sólidos

O tratamento e disposição de resíduos sólidos produz quantidades significativas de CH_4, quantidades de CO_2 biogênico, assim como pequenas quantidades de N_2O. Outros compostos também são produzidos, mas não tem relevância para o inventário aqui proposto. O CH_4 produzido pela disposição e tratamento de resíduos representa, aproximadamente, de 3 a 4% das emissões anuais globais antropogênicas de gases de efeito estufa (IPCC, 2001). Políticas para a minimização da geração de resíduos, reciclagem e reuso tem sido introduzidas para reduzir os impactos causados por este problema. Adicionalmente, a recuperação de gases nos aterros tem sido utilizada como medida de redução das emissões de CH_4 geradas pela disposição e tratamento de resíduos.

A decomposição de matéria orgânica derivada de fontes de biomassa (exemplo: madeira) é fonte primária do CO_2 liberado pelo tratamento e disposição de resíduos. Estas emissões são apresentadas separadamente como emissões de biomassa. Para o N_2O, o IPCC não sugere metodologia considerando que as emissões são insignificantes.

O método utilizado para a estimativa das emissões provenientes dos aterros é de Decaimento de Primeira Ordem (FOD - “First Order Decay”), descrito no Método Revisado de 1996 do IPCC e publicado em 1997, no Guia de Boas Práticas publicado em 2000 pelo mesmo Painel, e no Guia Nacional de Inventário de Gases de Efeito Estufa de 2006, publicado neste mesmo ano. Este método, também conhecido por *Tier 2*, caracteriza-se por considerar que a emissão de CH_4 persiste ao longo de uma série de anos, após a disposição do resíduo (IPCC, 2000). Para a sua aplicação, são necessários dados relativos à quantidade de resíduo aterrada, à composição do resíduo, à qualidade de operação do aterro e às quantidades de CH_4 recuperada e oxidada.

De acordo com o Guia de Boas Práticas em Inventário do IPCC (2000), a equação para a estimativa de emissões de CH_4, do método de decaimento de primeira ordem (*Tier 2*) é descrito na Equação 1, apresentada a seguir.

$$CH_4 \text{ gerado no ano } t\ (Gg.\ ano^{-1}) = \sum_{x}^{t} \left[(A \times k \times MSW_T(x) \times MSW_F(x) \times L_0(x)) \times e^{-k(t-x)} \right]$$

Equação 1

onde:

Q(x) = Quantidade de metano gerado ao ano [Gg CH_4 / ano]

A = Fator de normalização para a soma [adimensional]

k = Constante da Taxa de geração de CH_4 / ano

MSWT(x) = Quantidade total de resíduo sólido urbano gerado no ano x [GgMSW / ano]

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1013787/CA

MSWF(x) = Fração de MSW destinado ao aterro no ano x [adimensional]

L0(x) = Potencial de geração de metano [Gg CH_4 / GgMSW]

t = Ano do inventário [ano]

x = Anos para os quais os dados foram considerados [ano]

R = Recuperação do metano [Gg CH_4 / ano]

OX = Fator de oxidação [adimensional]

Sendo que A é um fator de normalização que corrige o somatório, definido pela Equação 2, onde:

$$A = \frac{1 - e^{-k}}{k}$$

Equação 2

L0(x) é definido pela Equação 3

$$L_{0(x)} = MCF_{(x)} \cdot DOC_{(x)} \cdot DOC_f \cdot F \cdot \frac{16}{12}$$

Equação 3

onde:

MCF(x) = Fator de correção do metano referente ao gerenciamento dos locais de disposição [adimensional]

DOC(x) = Carbono orgânico degradável no ano x [gC / gMSW]

DOCf = Fração do DOC que realmente se decompõe [adimensional]

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1013787/CA

F = Fração de metano no biogás [adimensional]

16/12= Razão de conversão de carbono (C) para metano (CH_4) [g CH_4/gC]

DOC(x) é definido pela Equação 4.

$$DOC_{(x)} = (0{,}4 \cdot A) + (0{,}17 \cdot B) + (0{,}15 \cdot C) + (0{,}30 \cdot D)$$

Equação 4

onde:

0,4; 0,17; 0,15 e 0,3 são fatores de emissão padrão (IPCC, 2000) de Carbono:

0,4 = devido à fração de papéis e têxteis do MSW [gC / gMSW]

0,17 = devido à fração de resíduos provenientes de jardins, parques e outros putrecíveis não alimentares do MSW [gC / gMSW]

0,15 = devido à fração de resíduos alimentares do MSW [gC / gMSW]

0,3 = devido à fração de madeira e palha do MSW [gC / gMSW]

A = Fração do resíduo correspondente a papéis e têxteis [adimensional]

B = Fração do resíduo proveniente de jardins, parques e outros putrescíveis não alimentares [adimensional]

C = Fração do resíduo correspondente a resíduos alimentares [adimensional]

D = Fração do resíduo correspondente a madeira e palha [adimensional]

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1013787/CA

3.1.3.4 Transporte Rodoviário

Fontes móveis, como os veículos usados no transporte rodoviário, produzem emissões diretas de CO_2, CH_4 e N_2O provenientes da combustão de diversos tipos de combustíveis, assim como uma gama enorme de outros poluentes que causam ou contribuem para a poluição do ar local ou regional.

A categoria de transporte inclui todos tipos de veículos leves, tais como automóveis de passeio e caminhonetes, veículos pesados como ônibus e caminhões de transporte, e ainda motocicletas.

A metodologia para cálculo das emissões de GEE foi apresentada em 1996 pelo IPCC e, basicamente assume a oxidação completa do combustível. As estimativas de emissões de transporte rodoviário podem ser baseadas em duas informações independentes: quantidade de combustível ou distância percorrida pelo veículo. Em geral, a primeira abordagem (quantidade de combustível) é apropriada para CO_2 e a segunda é apropriada para CH_4 e N_2O (IPCC, 2006)

A ferramenta de cálculo do Programa Brasileiro GHG Protocol adota uma abordagem *Tier 1*. Os fatores variáveis representam somente a variação de percentual de Etanol na Gasolina e de biodiesel no óleo diesel no Brasil, para o ano do inventário.

Tabela 2 – Percentuais de etanol na gasolina e biodiesel no diesel no Brasil para o ano de 2011.

Parâmetros	**Mês**												**Média Anual**
	J	**F**	**M**	**A**	**M**	**J**	**J**	**A**	**S**	**O**	**N**	**D**	
Perc. de etanol na gasolina	25	25	25	25	25	25	25	25	25	20	20	20	23.7
Perc. De Biodiesel no Diesel	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1013787/CA

A abordagem *Tier 1* calcula as emissões de CO_2 multiplicando a quantidade de combustível por um fator de emissão padrão. O IPCC sugere a fórmula abaixo para obter-se a estimativa.

$$E = \sum_a (comb_a \times FE_a)$$

Equação 5 – Abordagem Tier 1 para cálculo de emissões de CO2 para transporte rodoviário.

Onde:

E = Emissões de CO_2 (kg)

Comb = Combustível consumido (TJ)

FE = Fator de emissão (kg/TJ)

a = Tipo de combustível

O Programa GHG Protocol adota os fatores convertidos para kg/L e kg/m^3 conforme apresentado no 1º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários (MMA, 2011).

Tabela 3 – Fatores de Emissão de CO_2 por tipo de combustível.

Gasolina A	Etanol Anidro	Etanol Hidratado	Diesel	GNV
(kg/L)	(kg/L)	(kg/L)	(kg/L)	(kg/m^3)
2,269	1,233	1,178	2,671	1,999

Quando a instituição não possui o consumo direto de combustível, pode-se optar pela utilização da distância total percorrida pelo veículo para o cálculo.

As emissões de CH_4 e N_2O são mais difíceis de serem estimadas, pois os fatores de emissão dependem de outros parâmetros como a tecnologia do veículo, do combustível e características operacionais.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1013787/CA

Embora as emissões biogênicas de CO_2 provenientes da queima de biomassa sejam consideradas neutras em carbono, existem ainda as emissões de CH_4 e N_2O que devem ser contabilizadas no inventário.

A abordagem utilizada é *Tier 2* e segue equação similar àquela usada na estimativa das emissões de CO_2.

$$E = \sum_{abc} (comb_{abc} \times FE_{abc})$$

Equação 6 – Abordagem *Tier 2* para cálculo de emissões de CH_4 e N_2O para transporte rodoviário.

Onde:

E = Emissões de CH_4 e N_2O (kg)

Comb = Combustível consumido (TJ)

FE = Fator de emissão (kg/TJ)

a = Tipo de combustível

b = Tipo de veículo

***c* =** Tecnologia disponível

Os fatores de emissão utilizados para o cálculo das emissões de CH_4 e N_2O são aqueles apresentados pelo IPCC nas Diretrizes para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa, no capítulo 3 referente às combustões móveis (IPCC, 2006) e fatores de emissão por frota e tipo de combustível obtidos no Segundo Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa, Relatório de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Transporte Rodoviário (MCT, 2010).

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1013787/CA

Tabela 4 – Fatores de Emissão de CH_4 e N_2O por tipo de combustível.

Combustível	Unidade	Poder Calorífico Inferior	Densidade	Fonte	Fatores de Emissão (kgGEE/un.)	
		(kcal/kg)	(kg/unidade)		CH_4	N_2O
Gasolina A (pura)	Litros	10,400	0.74	BEN 2012	0.0008	0.00026
Óleo Diesel	Litros	10,100	0.84	BEN 2012	0.0001	0.00014
Gás Natural Veicular (GNV)	m^3	8,800	1.00	BEN 2012	0.0034	0.00011
Etanol Hidratado (E100)	Litros	6,300	0.81	BEN 2012	0.0004	-

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1013787/CA

3.1.3.5 Viagens a Trabalho

As viagens a trabalho podem ocorrer por transporte terrestre ou aéreo. Para o transporte rodoviário, o cálculo segue a metodologia já mencionada para este tipo de transporte. No caso de transporte aéreo, as emissões são oriundas da queima de combustíveis utilizados nas aeronaves. As emissões de motores de aeronaves são compostas aproximadamente por 70% de CO_2, um pouco menos de 30% de H2O e menos de 1% de outros compostos (NOx, SOx, CO por exemplo). Nenhuma ou fração desprezível de N_2O ocorrem de turbinas modernas (IPCC, 1999). Emissões de metano podem ocorrer quando turbinas estiverem ociosas ou por tecnologias ultrapassadas, mas informações recentes apontam emissões insignificantes ou nulas para motores modernos.

A metodologia utilizada pelo Programa Brasileiro GHG Protocol utiliza uma abordagem *Tier 1* e adota fatores de emissão médios para CO_2, CH_4 e N_2O apresentados pelo Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA), do governo do Reino Unido.

As viagens são divididas em três categorias diferentes de acordo com as distâncias percorridas, conforme apresentados na tabela a seguir.

Tabela 5 – Fatores de Emissão de CO_2, CH_4 e N_2O para aviação civil.

Distância aérea	**Acréscimo para refletir a rota real**	**FE de CO_2**	**FE de CH_4**	**FE de N_2O**
		(kg CO_2 / passageiro*km)	**(kgCH_4 / passageiro*km)**	**(kgN_2O / passageiro*km)**
Longa-distância (d ≥ 3.700 km)	9%	0,10789	0,0000005	0,000003
Média-distância (500 ≤ d <3.700 km)	9%	0,09429	0,0000005	0,000003
Curta-distância (d < 500 km)	9%	0,16513	0,000005	0,000005

O cálculo das emissões de CO_2, CH_4 e N_2O é feito de maneira direta aplicando a seguinte equação:

$$E = D \times F_c \times FE$$

Onde:

E = Emissões do respectivo gás

D = distância percorrida no trecho voado

F_c = Fator de correção da rota (padrão = 1,09)

FE = Fator de emissão para o CO_2, CH_4 e N_2O

3.2 Campus Carbon Calculator

Desenvolvido pela organização norte americana Clean Air-Cool Planet, a ferramenta *Campus Carbon Calculator* faz parte de um programa de sustentabilidade para instituições de ensino destinado a reduzir as emissões de GEE. Assim como a planilha de cálculo do programa GHG Protocol, a ferramenta segue os mesmos protocolos

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1013787/CA

fornecidos pelo IPCC, adaptados para a utilização em colégios ou universidades.

A calculadora também é a ferramenta mais utilizada nos inventários submetidos ao American College & University Presidents' Climate Commitment (ACUPCC), organização que congrega uma rede de colégios e universidades norte americanos que assumiram compromissos institucionais para eliminar as emissões de gases de efeito estufa das operações de seus campi, tendo ainda como missão, capacitar o sector educacional para estimular a busca por soluções inovadoras e formar líderes sensibilizados que poderão propagar o conhecimento adquirido e contribuir ativamente para a solução de problemas ambientais, especialmente relacionados às mudanças climáticas. Preocupados com a problemática do aquecimento global e alinhada com as metas globais de redução de gases de efeito estufa, a associação atualmente, congrega 665 colégios e universidades que já submeteram mais de 1800 inventários de GEE e quase 500 planos de ação para redução de emissões.

Na site da *Clean Air-Cool Planet* pode-se baixar gratuitamente a planilha de cálculo e obter orientações importantes para a condução de inventários em instituições de ensino. A figura 10 mostra a apresentação da planilha.

A ferramenta, entretanto, não foi adotada para a elaboração do inventário da PUC-Rio devido às divergências entre os fatores variáveis e sazonais estipulados para os Estados Unidos da América e o Brasil. Entretanto, todos os documentos disponibilizados foram de grande valia para o auxilio na elaboração e definição do escopo do inventário proposto neste relatório.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1013787/CA

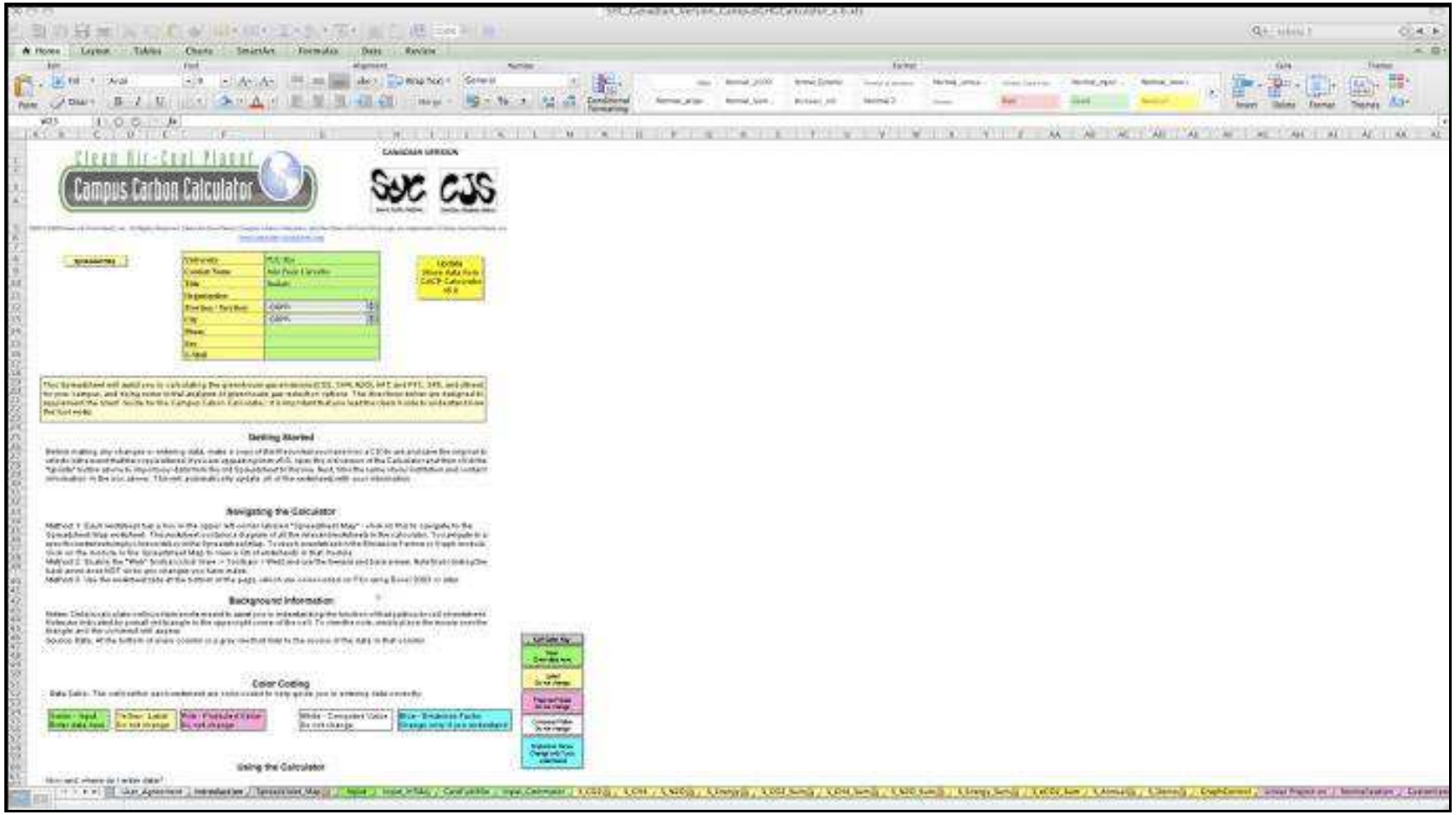

Figura 10: Planilha de introdução da ferramenta de cálculo *Campus Carbon Calculator.*