

4.3 Emissão de Gases do Efeito Estufa e Gases Poluentes

Introdução

Um dos principais meios de manutenção das características que garantem a vida na Terra é, entre outros, o ciclo do carbono. Este ciclo é, basicamente, o equilíbrio entre as quantidades de carbono dissolvidas e presente na atmosfera, a qual permite a manutenção da temperatura terrestre. Nos últimos anos, alguns cientistas vêm apontando que a intervenção humana tem sido uma das principais causas do desequilíbrio deste ciclo, tendo se iniciado na Primeira Revolução Industrial (MANDALHO, 2014).

Os chamados Gases de Efeito Estufa (GEE), gases capazes de absorver calor na forma de radiação da superfície do planeta, são apontados como os principais causadores do Aquecimento Global. Entre esses gases, tem-se o dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O), como principais agentes. Os mesmos são comumente produtos da combustão de combustíveis fósseis e biocombustíveis (BRASIL, s.d.).

O modo utilizado atualmente para medir a emissão de gases é baseado em inventários de emissão e tem como objetivo identificar, quantificar e gerenciar essas emissões de um determinado sistema de produção. Em 1988, foi criado pela Organização Meteorológica Mundial e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), ao qual fornece aos políticos avaliações regulares de base científica das mudanças climáticas e seus impactos no meio ambiente.

De acordo com o MCTIC (2017), em 2015, o setor Agropecuário foi responsável por 31% das emissões líquidas de CO_2eq no Brasil (Gráfico 1). Já a Pecuária representa 61% destas emissões, em grande parte devido à fermentação entérica (93,4%), demonstrando a relevância deste setor. No entanto, cabe salientar que existem outras fontes de geração de GEE fora do setor Agropecuário que possuem maior impacto sobre o meio ambiente. Segundo Steinfeld et al. (2006), o setor Pecuário foi o responsável por 18% das emissões de GEE, 37% do CH_4 (maior parte devido à fermentação ruminal) e 65% de todo N_2O emitido mundialmente.

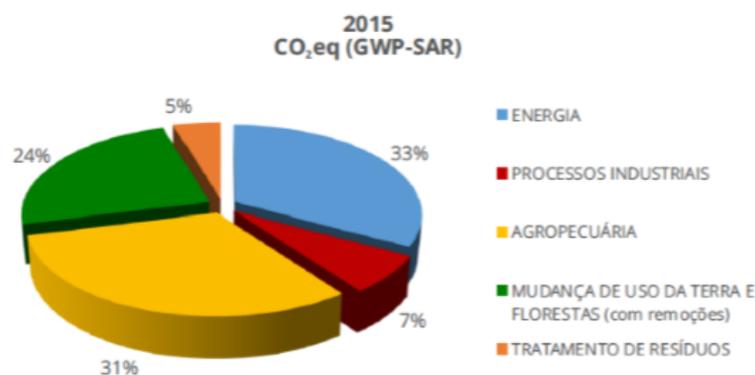


Gráfico 1. Participação brasileira nas emissões líquidas por setor para o ano de 2015.

Fonte: MCTIC, 2017.

A preocupação com o meio ambiente ao longo dos anos vem fortalecendo-se devido às políticas ambientais mais rígidas, principalmente com a utilização de recursos naturais de forma sustentável. Houve uma alta demanda no setor agrícola para a produção de grãos devido ao aumento da população mundial nos últimos anos e, com isso, um aumento na emissão de gases neste setor (CERRI, 2009).

As principais fontes de emissões de GEEs dentro da agricultura são a fermentação entérica, o manejo de esterco, o cultivo de arroz, o preparo do solo, a queima prescrita da vegetação nativa e queima dos resíduos agrícolas (DUXBURY, 1994).

Segundo a SEEG (2018), na média global, a geração de energia elétrica é a principal atividade dentro do setor de energia em emissão de gases de efeito estufa (GEE) e muito disso se deve a predominância na matriz elétrica mundial de termelétricas que utilizam carvão como combustível.

No Brasil este cenário não se reproduz, devido à matriz energética nacional ser baseada em fontes renováveis de energia, sobretudo a energia hidráulica. No entanto, nos últimos anos foi possível perceber certa tendência de diminuição da participação das usinas hidrelétricas, que em 2000 eram responsáveis por 87% da eletricidade do país e passaram a responder a apenas 66% no ano de 2016. Sendo assim, observou-se aumento da geração por termelétricas que utilizam combustíveis fósseis, que passaram



de 9% da geração de energia elétrica no ano de 2000 para 17% em 2016 (SEEG,2018), ocasionando aumento das emissões de GEE pela geração de energia elétrica no país.

Diagnóstico

Este estudo teve como objetivo a elaboração do inventário de “Emissão de gases de efeito estufa e gases poluentes” junto ao Plano Diretor Socioambiental do Campus Fernando Costa, pertencente à Universidade de São Paulo, localizado na cidade de Pirassununga. Com tal levantamento foi realizado o diagnóstico da situação das emissões de gases de efeito estufa pelas atividades que envolvem os setores de transporte, pecuária, agricultura e uso de energia elétrica dentro do Campus.

Características do Campus Fernando Costa

O Campus “Fernando Costa”, situado no limite urbano do município, é predominantemente formado por extensas áreas verdes, compostas por lavouras (milho e soja principalmente), pastagens cultivadas e considerável área de reserva florestal nativa (700 hectares de cerrado alto).

Apesar da falta de dados sobre a qualidade do ar no Campus, razões óbvias fazem supor que substâncias poluentes à atmosfera sejam encontradas em níveis bastante reduzidos ou pelo menos não preocupantes, quando se leva em consideração a saúde dos usuários do Campus. Entretanto, isso não significa que os gases poluentes tenham pouca importância socioambiental, especialmente quando se leve em consideração as emissões de gases de efeito estufa.

O Campus “Fernando Costa” tem sua principal atividade produtiva baseada na agropecuária. O campus possui um rebanho animal, especialmente bovino, considerável, com mais de 1.200 cabeças. Embora de baixa toxicidade à saúde humana, os gases gerados pelas atividades agropecuárias (dióxido de carbono, óxido nitroso e especialmente o gás metano) apresentam considerável impacto ambiental, notadamente devido ao potencial de aquecimento global em função do efeito estufa.

O Plano Diretor Ambiental do Campus, através dos inventários preliminares, gerará informações sobre as emissões de gases no Campus, sejam elas oriundas da

agricultura, pecuária, consumo de energia, bem como transporte e mobilidade. Assim, com a disponibilidade dessas informações, políticas e diretrizes poderão ser formuladas de forma a diminuir o impacto dos gases poluentes.

Material e métodos

Para a elaboração do inventário de “Emissão de gases de efeito estufa e gases poluentes”, as atividades realizadas no Campus Fernando Costa foram divididas nos seguintes setores: 1) transporte, 2) pecuária, 3) uso de insumos agrícolas e 4) uso de energia elétrica no Campus. Os métodos utilizados respeitaram as particularidades de cada setor, como serão descritas a seguir.

Para demonstração das estimativas dos gases de efeito estufa (GEE) deste inventário foi considerada a métrica usual do Potencial de Aquecimento Global (Global Warming Potential – GWP), como fator de ponderação para se chegar à unidade comum, o equivalente de dióxido de carbono (CO₂eq). O MCTIC (2017) leva em consideração os GWPs definidos pelo IPCC (1995), sendo que o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O) apresentam GWPs de 1, 21 e 310, respectivamente.

Transporte

Os dados foram obtidos eletronicamente por meio de contatos por e-mail com os responsáveis dos setores administrativos e o uso de formulários de resposta online. Em seguida os dados foram tratados na plataforma Microsoft Excel®, na qual os combustíveis foram separados de acordo com sua composição e os fatores de conversão dispostos em IPCC (1995) foram utilizados para a contabilização dos equivalentes de carbono de cada combustível.

Os dados de transporte foram obtidos de duas maneiras distintas, sendo portando separados em 1) transporte de usuários e 2) veículos oficiais utilizados no Campus. O levantamento de dados relativos à mobilidade da população que frequenta o Campus Fernando Costa foi realizado por meio de formulário online desenvolvido na plataforma

Google Forms. O formulário foi transmitido pelo e-mail comum da Universidade de São Paulo, o webmail.usp, hoje atrelado ao Gmail, para todos os usuários do Campus e pelo Facebook, a fim de atingir o público que frequenta o Campus aos finais de semana. Um relatório das respostas foi gerado e transferido para a plataforma Excel, onde puderam ser analisados.

Para contabilização dos veículos oficiais que circulam tanto no interior do Campus (veículos oficiais e de ronda, caminhões, circulares internos, tratores agrícolas e industriais), quanto dos que realizam viagens intermunicipais (veículos oficiais, majoritariamente), utilizou-se dos registros de abastecimento da Prefeitura do Campus, gentilmente fornecidos pela Prefeitura do Campus da USP Fernando Costa (PUPS-FC), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ) e Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA).

Pecuária

A emissão de GEE foi calculada seguindo a metodologia do Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (IPCC, 2006), sendo realizado previamente o levantamento dos animais representantes das atividades pecuárias do Campus Fernando Costa, entre o período de 2013 a 2017.

As emissões referentes à Pecuária abrangeram a fermentação entérica de ruminantes e o manejo de dejetos animais. Para que fosse possível aplicar os fatores de emissões mais adequados, às espécies animais foram divididas em bovinos, bubalinos, caprinos, ovinos, suínos, equinos e muares. Para o gado bovino, devido à importância das emissões, o rebanho foi dividido em gado de leite e gado de corte, este ainda em machos adultos, fêmeas adultas, jovens (novilhos/as) e bezerros (as).

As estimativas das emissões de CH₄ entérico foram realizadas pelos métodos Tier 1 ou Tier 2, dependendo da categoria animal. A seguir é demonstrada a equação com base no Tier 2 para determinação do fator de emissão entérica de CH₄, ajustado pelo consumo alimentar de cada categoria animal:

Equação 1:

$$FE = \frac{EB \times (Y_m/100) \times 365}{55,65}$$

Onde:

FE = fator de emissão, kg CH₄/ani/ano;

EB = consumo de energia bruta, MJ/ani/dia;

Ym = fator de conversão de metano, porcentagem da energia bruta do alimento convertida em metano;

365 = base para cálculo anual, em dias;

O fator 55,65 (MJ/kg CH₄) é a energia contida na molécula de CH₄.

Para estimativa da produção do CH₄ oriundo dos dejetos foram utilizados o Tier 1 ou Tier 2, de acordo com a categoria animal. Quando utilizado o Tier 2, aplicou-se a seguinte equação:

Equação 2:

$$FE_{(T)} = (SV_{(T)} \times 365) \times [B_{0(T)} \times 0,67 \text{ kg/m}^3 \times \sum_{S,k} \frac{FCM_{S,k}}{100} \times DS_{(T,S,k)}]$$

Onde:

FE_(T) = fator anual de emissão de metano por categoria T, kg CH₄/ani/ano;

SV_(T) = sólidos voláteis diários excretados por categoria T, kg MS/ani/dia;

365 = base para cálculo anual da produção de SV, dias/ano;

B_{0(T)} = capacidade máxima de produção de metano por dejetos produzido pela categoria T, m³ CH₄/kg SV excretado;

0,67 = fator de conversão de m³ de metano para kg de metano;

FCM = fator de conversão do metano para cada sistema de manejo do dejetos S por região climática K, %;

DS = fração do dejetos da categoria T manejado com sistema de manejo de dejetos S na região climática k, adimensional.

Para a determinação do fator de emissão de N₂O dos dejetos utilizou-se uma adaptação da equação Tier 1 estabelecida pelo IPCC (2006), considerando que 1% do N excretado na forma de dejetos pode ser convertido para a formação de N₂O.

Equação 3:

$$FE = N_{\text{dejetos}} \times 0,01 \times (44/28)$$

Onde:

FE = fator diário de emissão de óxido nitroso por kg de N dos dejetos, kg N₂O/ani/dia;

N_{dejetos} = nitrogênio excretado nos dejetos, kg/dia;



0,01 = fator de emissão de óxido nitroso estimado para o N orgânico depositado no solo, porcentagem;

44/28 = ajuste molecular para conversão de N orgânico em óxido nitroso.

O quadro 1 demonstra o fator de emissão de CH₄ entérico e de dejetos para cada categoria animal. Adicionalmente é apresentado o fator de emissão de N₂O dos dejetos, levando em consideração as características climáticas do Brasil.

Quadro 1. Fator de emissão de CH₄ e N₂O para as categorias animais responsáveis pela atividade pecuária do Campus Fernando Costa, com base no IPCC (2006).

Categoria Animal	Entérico	Dejetos	
	CH ₄ (kg/ani/ano)	CH ₄ (kg/ani/ano)	N ₂ O* (kg/ani/ano)
<i>Bovino de corte (pastejo)</i>			
Touro adulto	61	1	3,3
Vaca adulta (≥ 3 anos)	64	1	3,3
Novilho/a (1 - 2 anos)	49	1	2
Bezerro	-	-	-
<i>Bovino de corte (confinado)</i>			
Touro adulto	Eq. 1	1	3,3
Vaca adulta (≥ 3 anos)	Eq. 1	1	3,3
Novilho/a (1 - 2 anos)	Eq. 1	1	2
Bezerro	-	-	-
<i>Bovino leiteiro</i>			
Touro adulto	Eq. 1	Eq. 2	7
Vaca adulta (≥ 3 anos)	Eq. 1	Eq. 2	7
Novilho/a (1 - 2 anos)	Eq. 1	1	4
Bezerro	-	-	-
<i>Bubalino</i>			
Vaca adulta	55	1	3,3
Novilho/a	Eq. 1	0,65**	2
Bezerro	-	-	-
<i>Caprino</i>			
Adulto	5	0,17	0,3
Jovem (reposição)	-	-	-
Abatido no ano***	2,5	0,085	0,15
<i>Ovino</i>			
Adulto	5	0,15	0,3
Jovem (reposição)	-	-	-
Abatido no ano***	2,5	0,075	0,15
<i>Equídeo</i>			
Cavalo	18	1,64	3,3
Muar	10	0,9	1,8
Pônei	1,8**	0,164**	0,33
<i>Suíno</i>			
Adulto	1	1	1
Jovem (reposição)	-	-	-
Abatido no ano***	0,5	0,5	0,5

Eq. 1 = Equação Tier 2 para CH₄ entérico;

Eq. 2 = Equação Tier 2 para CH₄ dos dejetos

* = Equação 3 (adaptada pelo autor);

** = estimado pelo autor;

*** = para atingir peso de abate foram considerados 182 dias.

Fonte: Autoria própria.

Agricultura

A metodologia utilizada para o cálculo da emissão dos gases na agricultura foi IPCC (2006), o qual faz avaliações com base científica das mudanças climáticas, seus impactos e os riscos futuros, bem como opção de adaptação e mitigação.

O desenvolvimento do inventário foi baseado no protocolo do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC,2006). Assim, foi considerada as seguintes emissões de gases no Campus: dióxido de carbono (CO_2), óxido nitroso (N_2O) e metano (CH_4). Para início do levantamento dos dados, foi solicitado a cada setor responsável pela agricultura no campus informações sobre a quantidade de insumos e de área destinados à agricultura no período entre 2013 a 2017. Para a aplicação de fertilizantes sintéticos, segue abaixo as equações utilizadas:

Equação 4:

$$\text{NO}_{2 \text{ fert}} = Q_{\text{fert}} \times \text{FRACGASF} \times \text{EF}_1 \times (44/28)$$

Onde:

$\text{NO}_{2 \text{ fert}}$ é a emissão de óxido nitroso associada à aplicação de fertilizantes nitrogenados sintéticos (kg $\text{N}_2\text{O-N}$ /kg de adubo aplicado);

Q_{fert} é a quantidade de N aplicado como fertilizante nitrogenado (TON);

FRACGASF é a fração do N aplicado no solo (%);

EF1 é o fator de emissão (%);

44/28 é o fator de conversão de NO_2 para CO_2 .

Equação 5:

$$\text{CO}_2 = Q_{\text{calcítico ou Qdolomítico}} \times \text{EF1} \times (44/12)$$

Onde:

$Q_{\text{calcítico}}$ é a quantidade anual de calcário calcítico (CaCO_3) aplicado ao solo por ano (kg);

$Q_{\text{dolomítico}}$ é a quantidade anual de calcário dolomítico ($\text{Ca Mg} (\text{CO}_3)_2$) aplicado ao solo por ano (kg);

EF1 é o fator de emissão – conteúdo de carbono no calcário (%);

44/12 é o fator de conversão de C para CO_2 .

Para mensurar a quantidade de CO_2 emitida pelos fertilizantes para o meio ambiente foi utilizada a seguinte fórmula.

Equação 6:

$$t_{\text{CO}_2} = (Q_{\text{NO}_2} \times 310) + Q_{\text{CO}_2}$$

Onde:

t_{CO_2} = Total emissão de CO_2 em tonelagem;

QNO_2 = Total de NO_2 em tonelagem;

QCO_2 = Total emissão de CO_2 .

Energia elétrica

Foi contabilizado o consumo de energia elétrica em MWh mensalmente entre janeiro de 2013 e dezembro de 2017, sendo o consumo mensal do Campus multiplicado pelo respectivo fator de emissão (que apresenta especificidade para o caso brasileiro) resultando na emissão total do Campus Fernando Costa. Os valores de fatores de emissão para a geração de energia elétrica são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Fatores de emissão para a geração de energia elétrica no Brasil em tCO_2/MWh .

Ano	Mês											
	Jan	Fev	Març	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2013	0,1151	0,109	0,0981	0,0959	0,1151	0,1079	0,0838	0,0833	0,084	0,0831	0,093	0,0841
2014	0,0911	0,1169	0,1238	0,131	0,1422	0,144	0,1464	0,1578	0,1431	0,1413	0,1514	0,1368
2015	0,1275	0,1321	0,1369	0,1301	0,1258	0,1406	0,1221	0,1183	0,1217	0,118	0,1127	0,1075
2016	0,096	0,0815	0,071	0,0757	0,0701	0,076	0,0725	0,0836	0,0897	0,0925	0,1002	0,0714
2017	0,0566	0,0536	0,0696	0,0815	0,0847	0,0676	0,0965	0,1312	0,1264	0,1366	0,1193	0,0892

Fonte: MCTIC, 2018.

Resultados

Transporte

Usuários do Campus: Devido à concepção do formulário ter ocorrido em período de férias (para os alunos), optou-se por estender o prazo de resposta para mais algumas semanas do começo do semestre letivo. Obteve-se um total de 252 respostas. No entanto, algumas respostas foram inconclusivas e outras mostraram usuários que responderam em duplicata. Portanto, apenas 233 puderam ser aproveitadas (Gráfico 2).

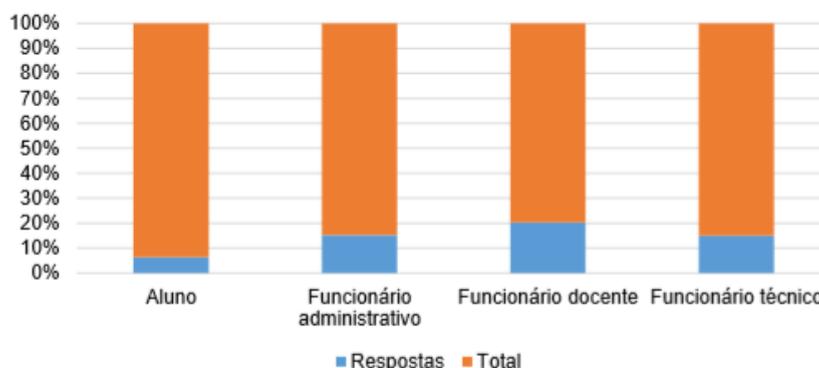


Gráfico 2. Participação dos usuários do Campus que responderam o formulário frente à população total.

Fonte: Autoria própria, 2018.

De acordo com a população total do Campus, entre alunos e funcionários (administrativos, docentes e técnicos), apenas 9,5% respondeu ao formulário, dentro destes, observou-se uma baixa adesão dos alunos, com cerca de 6,8% de participação, contra 17,9%, 25,3% e 17,6% dos funcionários, respectivamente.

A partir destas respostas, buscou-se dividir a população em categorias: aqueles que frequentavam o Campus com veículo próprio e aqueles que frequentavam sem veículo próprio. Dentro da categoria de veículo próprio, verificou-se o uso majoritário de veículos movidos pela combustão de etanol e gasolina.

Assim, realizou-se uma projeção 1 sobre a população que não respondeu ao formulário, buscando-se representar os usuários do Campus, com base no tipo de combustível utilizado (Gráfico 3).

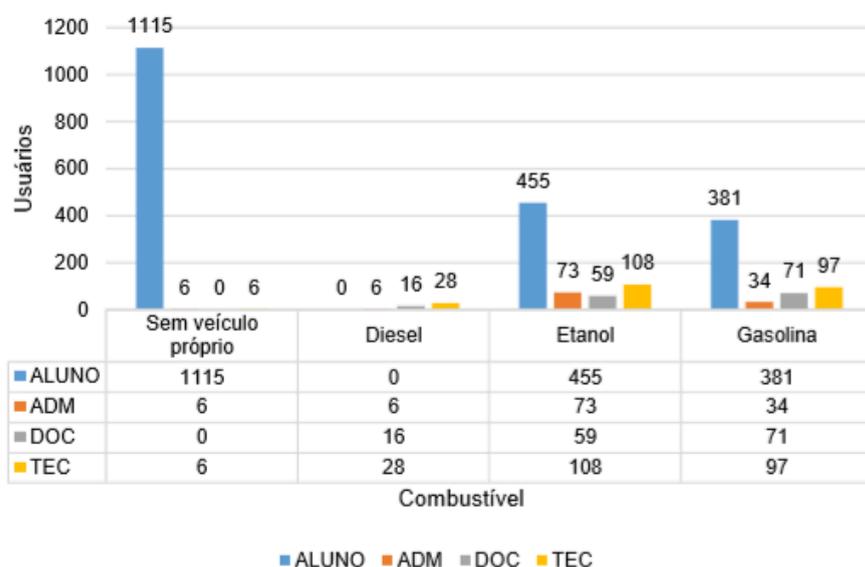


Gráfico 3. Relação uso de combustíveis sobre população total.

Fonte: Autoria própria, 2018.

A partir da projeção de respostas pôde-se estimar o gasto semanal de cada classe de combustível e, considerando o calendário USP, os alunos teriam cerca de 33 semanas letivas, enquanto os funcionários teriam 48. Sendo assim, estimou-se o consumo anual de combustíveis por categoria de usuário do Campus (Quadro 2).

Quadro 2. Estimativa de consumo anual, em litros, de cada tipo de combustível por categoria de usuário do Campus Fernando Costa.

<i>Usuário</i>		<i>ALUNO</i>	<i>ADM</i>	<i>DOC</i>	<i>TEC</i>	<i>TOTAL (L)</i>
<i>Nº semanas em atividade</i>		33	48	48	48	
<i>Combustível</i>	Diesel	0,00 L	2.148,21 L	6.627,57 L	30.302,44 L	39.078,21
	Etanol	119.014,59 L	60.925,35 L	35.470,36 L	62.612,05 L	278.022,35
	Gasolina	69.135,21 L	22.663,20 L	37.390,74 L	52.159,36 L	181.348,51

Fonte: Autoria própria, 2018.

É valido ressaltar que cada combustível apresenta uma fração de outro combustível em sua composição. Por exemplo, o diesel é composto por 5% de biodiesel

e 95% de diesel puro. Sendo assim, para a contabilização dos equivalentes em carbono ($\text{gCO}_2\text{.ano}^{-1}$), levou-se em conta a composição do combustível e o seu fator de conversão (Quadro 3, 4 e 5).

Quadro 3. Equivalentes em carbono referente às emissões de CO_2 , em $\text{kg CO}_2 \text{ eq.ano}^{-1}$, de cada combustível em relação a cada categoria de usuário do Campus Fernando Costa.

Combustível	ALUNO	ADM	DOC	TEC
<i>Gasolina pura</i>	117.650,85	38.567,10	63.629,69	88.762,20
<i>Etanol anidro</i>	21.310,93	6.985,93	11.525,69	16.078,12
<i>Etanol hidratado</i>	140.199,18	71.770,06	41.784,09	73.757,00
<i>Diesel puro</i>	0,00	5.450,96	16.817,12	76.890,92
<i>Biodiesel</i>	0,00	268,42	828,11	3.786,29

Fonte: Autoria própria, 2018.

Quadro 4. Equivalentes em carbono referente às emissões de CH_4 , em $\text{kg CO}_2 \text{ eq.ano}^{-1}$, de cada combustível em relação a cada categoria de usuário do Campus Fernando Costa.

Combustível	ALUNO	ADM	DOC	TEC
<i>Gasolina pura</i>	41,48	13,60	22,43	31,30
<i>Etanol anidro</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Etanol hidratado</i>	47,61	24,37	14,19	25,04
<i>Diesel puro</i>	0,00	0,20	0,63	2,88
<i>Biodiesel</i>	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: Autoria própria, 2018.

Quadro 5. Equivalentes em carbono referente às emissões de N_2O , em $\text{kg CO}_2 \text{ eq.ano}^{-1}$, de cada combustível em relação a cada categoria de usuário do Campus Fernando Costa.

Combustível	ALUNO	ADM	DOC	TEC
<i>Gasolina pura</i>	13,48	4,42	7,29	10,17
<i>Etanol anidro</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Etanol hidratado</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Diesel puro</i>	0,00	0,04	0,13	0,58
<i>Biodiesel</i>	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: Autoria própria, 2018.

O total de emissões em equivalentes de carbono com base na projeção das respostas recebidas dos formulários dos usuários do Campus Fernando Costa durante o ano de 2018 foi de $807.490,59 \text{ kg CO}_2\text{eq.ano}^{-1}$ (Gráfico 4).

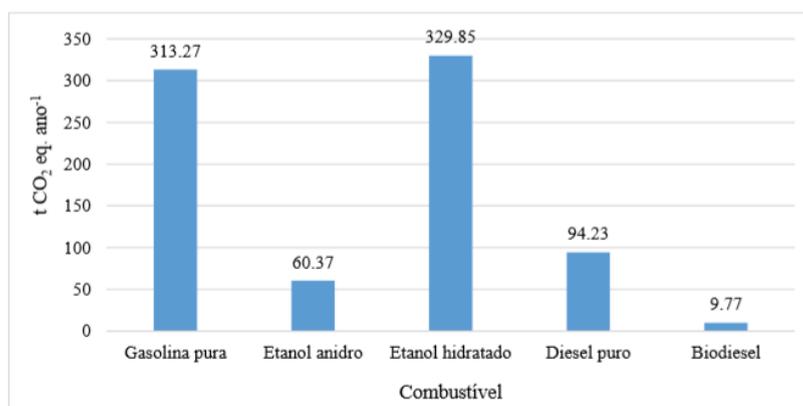


Gráfico 4. Emissões dos diferentes combustíveis em função de seus equivalentes em carbono ($\text{kgCO}_2\text{eq.ano}^{-1}$) durante o ano de 2018 no Campus Fernando Costa.

Fonte: A autoria própria, 2018.

Pode-se observar, de acordo com o Gráfico 4, que os combustíveis mais impactantes na mobilidade dos usuários do Campus Fernando Costa são: a gasolina e o etanol hidratado. No entanto, como a pesquisa aos usuários aconteceu apenas no ano de 2018, e já com um número de participantes relativamente baixo por parte dos alunos, não foram estabelecidas nenhuma estimativa aos anos anteriores.

Veículos oficiais

Os pedidos de participação no Plano Gestor do Campus Fernando Costa foi muito bem atendido pelas secretarias responsáveis por cada setor que possuísse veículos, a PUSP-FC, FMVZ e FZEA. A contabilização dos volumes registrados no abastecimentos dos veículos foi feita desde o ano de 2013 até 2017, levando em conta a composição dos combustíveis nos respectivos anos (Quadro 6).

Quadro 6. Total de combustível (em litros) utilizado pelos veículos de cada unidade no Campus Fernando Costa em seus respectivos anos.

Unidade	Ano	Combustível (L)				
		Gasolina	Etanol Anidro	Etanol Hidratado	Diesel Puro	Biodiesel
FMVZ	2013	894,19	298,06	3.843,06	12.486,78	657,20
	2014	1.022,11	340,70	10.974,21	9.816,64	516,67
	2015	783,70	261,23	10.280,95	7.213,08	379,64
	2016	593,66	197,89	8.265,56	4.520,54	237,92
	2017	163,10	54,37	8.116,50	5.270,87	277,41
FZEA	2013	-	-	19.464,15	15.599,47	821,02
	2014	-	-	16.402,82	10.459,94	550,52
	2015	-	-	17.473,83	7.821,66	411,67
	2016	301,67	100,56	15.888,25	5.842,83	307,52
	2017	706,78	235,59	13.806,02	4.503,24	237,01
PUSP-FC	2013	-	-	-	-	-
	2014	-	-	-	-	-
	2015	-	-	-	-	-
	2016	488,37	162,79	38.002,60	59.976,05	3.156,63
	2017	362,30	120,77	38.222,20	70.667,08	3.719,32

OBS.: Considerou-se que a porcentagem de Etanol Anidro na Gasolina era de 25%. Considerou-se que a porcentagem de Biodiesel no Diesel era de 5% no período.

Fonte: Autoria própria, 2018.

Em relação ao consumo da FMVZ, pode-se observar uma diminuição considerável dos combustíveis gasolina e diesel no passar dos anos, com o incremento do uso de etanol. A FZEA não apresentou controle de abastecimentos nos anos anteriores a 2016. No entanto, para os outros combustíveis, pode-se dizer também que a redução do volume foi drástica, principalmente de diesel. De maneira semelhante, a PUSP-FC não apresentou controle dos gastos com combustíveis nos anos anteriores a 2016, impossibilitando a verificação de alguma tendência na redução ou substituição de combustíveis.

A determinação dos gases emitidos com a queima dos combustíveis estudados foi realizada da mesma forma que no item anterior referente aos usuários do Campus, no qual os fatores de conversão utilizados pelo IPCC, para cada tipo de combustível, foram empregados. Podendo-se estimar os principais gases, ditos, causadores do efeito estufa (CO_2 , CH_4 e NO_2), nas unidades FMVZ, FZEA e PUSPFC convertidos em seguida para o total em equivalentes de carbono por ano por unidade (Quadros 7, 8, 9 e Figura 5, respectivamente).

Quadro 7. Equivalentes em carbono referente à queima de cada tipo de combustível por ano dos veículos utilizados pelo departamento FMVZ do Campus Fernando Costa.

<i>Unidade</i>	<i>FMVZ</i>					
	2013	2014	2015	2016	2017	
<i>Combustível (t CO₂ eq. ano⁻¹)</i>	Gasolina	2,12	2,42	1,85	1,40	0,39
	Etanol Anidro	0,37	0,42	0,32	0,24	0,07
	Etanol Hidratado	4,56	13,02	12,20	9,81	9,63
	Diesel Puro	33,46	26,30	19,33	12,11	14,12
	Biodiesel	1,64	1,29	0,95	0,59	0,69

Fonte: Autoria própria, 2018.

Quadro 8. Equivalentes em carbono referente à queima de cada tipo de combustível por ano dos veículos utilizados pelo departamento FZEA do Campus Fernando Costa.

<i>Unidade</i>	<i>FZEA</i>					
	2013	2014	2015	2016	2017	
<i>Combustível (t CO₂ eq. ano⁻¹)</i>	Gasolina	0,00	0,00	0,00	0,71	1,67
	Etanol Anidro	0,00	0,00	0,00	0,12	0,29
	Etanol Hidratado	23,09	19,46	20,73	18,85	16,38
	Diesel Puro	41,80	28,03	20,96	15,65	12,07
	Biodiesel	2,05	1,38	1,03	0,77	0,59

Fonte: Autoria própria, 2018.

Quadro 9. Equivalentes em carbono referente à queima de cada tipo de combustível por ano dos veículos utilizados pelo departamento PUSP-FC do Campus Fernando Costa.

<i>Unidade</i>	<i>PUSP-FC</i>					
	2013	2014	2015	2016	2017	
<i>Combustível (t CO₂ eq. ano⁻¹)</i>	Gasolina	0,00	0,00	0,00	1,16	0,86
	Etanol Anidro	0,00	0,00	0,00	0,20	0,15
	Etanol Hidratado	0,00	0,00	0,00	45,09	45,35
	Diesel Puro	0,00	0,00	0,00	160,69	189,34
	Biodiesel	0,00	0,00	0,00	7,89	9,29

Fonte: Autoria própria, 2018.

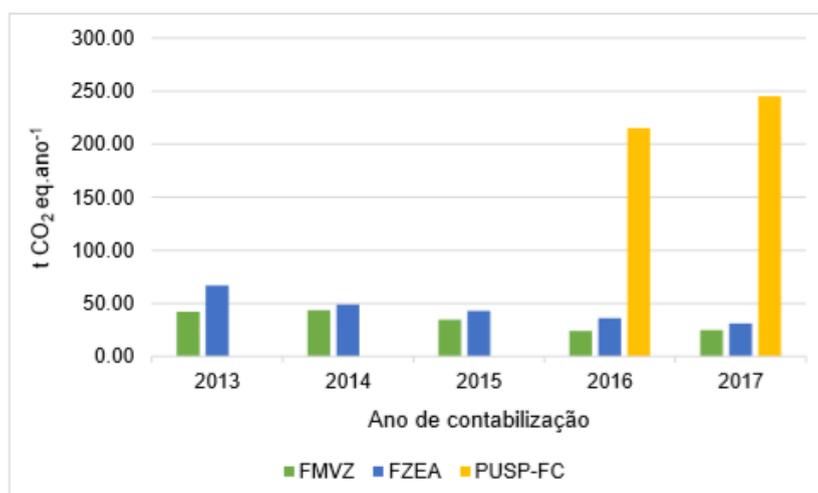


Gráfico 5. Equivalentes em carbono referente à queima total de combustíveis, por ano, dos veículos oficiais utilizados pelos departamentos do Campus Fernando Costa.

Fonte: Autoria própria, 2018.

De acordo com o Gráfico 5, pode-se observar uma lenta e progressiva redução das emissões de Eq. CO₂ da FMVZ e FZEA, podendo-se levantar algumas hipóteses a esse respeito. Ou o número de veículos em posse da unidade diminuiu ou houve a substituição dos veículos à gasolina pelos que utilizam etanol. No entanto, o mesmo não pode ser empregado para a PUSP-FC, pois anteriormente ao ano de 2016 os dados não foram divulgados.

Tratores oficiais e veículos agrícolas

Os pedidos de participação no Plano Gestor do Campus Fernando Costa foi muito bem atendido pelas secretarias responsáveis por cada setor que possuísse veículos, a PUSP-FC, FMVZ e FZEA. A contabilização dos volumes registrados nos abastecimentos dos veículos foi feita desde o ano de 2013 até 2017, levando em conta a composição dos combustíveis nos respectivos anos (Quadro 10).

Quadro 10. Total de combustível (em litros) utilizado pelos veículos de cada Unidade no Campus Fernando Costa em seus respectivos anos.

UNIDADE	ANO	COMBUSTÍVEL (L)				
		Gasolina	Etanol Anidro	Etanol Hidratado	Diesel Puro	Biodiesel
FMVZ	2013	-	-	-	1900,00	100,00
	2014	-	-	-	1900,00	100,00
	2015	-	-	-	1900,00	100,00
	2016	-	-	-	1900,00	100,00
	2017	-	-	-	1900,00	100,00
FZEA	2013	156,02	52,01	-	2498,69	156,02
	2014	194,19	64,73	-	1771,08	194,19
	2015	259,17	86,39	-	4112,59	259,17
	2016	260,23	86,74	-	3996,70	260,23
	2017	302,18	100,73	-	3317,40	302,18
PUSP-FC	2013	-	-	-	-	-
	2014	-	-	-	-	-
	2015	-	-	-	-	-
	2016	-	-	-	47714,51	2511,29
	2017	-	-	-	45094,79	2373,41

OBS: considerou-se que a porcentagem de Etanol Anidro na Gasolina era de 25%. Considerou-se que a porcentagem de Biodiesel no Diesel era de 5% no período.

Fonte: Autoria própria, 2018.

Em relação ao consumo da FMVZ, pode-se dizer que os dados fornecidos revelam a manutenção do consumo de diesel pelos veículos, na mesma quantidade, no decorrer do período. A FZEA não realizou o controle de consumo de combustíveis no ano de 2015, mas pode-se dizer que o maior consumo é de diesel em períodos de alta de consumo e queda. Já a PUSP-FC apresentou dados de consumo apenas para o diesel a partir do ano de 2016, sem a possibilidade de se estimar uma tendência de alta ou queda no consumo.

A determinação dos gases emitidos com a queima dos combustíveis estudados foi realizada da mesma forma que no item anterior referente aos usuários do Campus, no qual os fatores de conversão utilizados pelo IPCC, para cada tipo de combustível, foram empregados. Podendo-se estimar os principais gases causadores do efeito estufa (CO₂, CH₄ e NO₂) nas Unidades FMVZ, FZEA e PUPSFC, estes foram convertidos em seguida em equivalentes de carbono por ano por Unidade (Quadros 11, 12, 13 e Gráfico 6, respectivamente).

Quadro 11. Equivalentes em carbono referente à queima de cada tipo de combustível por ano dos veículos utilizados pelo departamento FMVZ do Campus Fernando Costa.

<i>Unidade</i>	<i>FMVZ</i>					
	2013	2014	2015	2016	2017	
<i>Combustível (TCO₂eq.ANO⁻¹)</i>	Gasolina	-	-	-	5,09	0,25
	Etanol Anidro	-	-	-	5,09	0,25
	Etanol Hidratado	-	-	-	5,09	0,25
	Diesel Puro	-	-	-	5,09	0,25
	Biodiesel	-	-	-	5,09	0,25

Fonte: Autoria própria, 2018.

Quadro 12. Equivalentes em carbono referente à queima de cada tipo de combustível por ano dos veículos utilizados pelo departamento FZEA do Campus Fernando Costa.

<i>Unidade</i>	<i>FZEA</i>					
	2013	2014	2015	2016	2017	
<i>Combustível (tCO₂eq.ano⁻¹)</i>	Gasolina	0,37	0,06	-	6,69	0,33
	Etanol Anidro	0,46	0,08	-	4,75	0,23
	Etanol Hidratado	0,61	0,11	-	11,02	0,54
	Diesel Puro	0,62	0,11	-	10,71	0,53
	Biodiesel	0,72	0,12	-	8,89	0,44

Fonte: Autoria própria, 2018.

Quadro 13. Equivalentes em carbono referente à queima de cada tipo de combustível por ano dos veículos utilizados pelo departamento PUSP-FC do Campus Fernando Costa.

<i>Unidade</i>	<i>PUSP-FC</i>					
	2013	2014	2015	2016	2017	
<i>Combustível (TCO₂eq.ANO⁻¹)</i>	Gasolina	-	-	-	-	-
	Etanol Anidro	-	-	-	-	-
	Etanol Hidratado	-	-	-	-	-
	Diesel Puro	-	-	-	127,84	6,28
	Biodiesel	-	-	-	120,82	5,93

Fonte: Autoria própria, 2018.

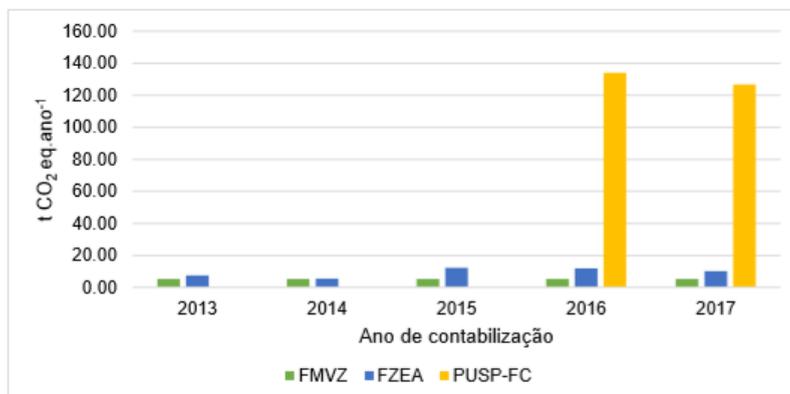


Gráfico 6. Equivalentes em carbono referente à queima total de combustíveis, por ano, dos tratores oficiais utilizados pelos departamentos do Campus Fernando Costa.

Fonte: Autoria própria, 2018.

De acordo com o Gráfico 6, a FMVZ manteve constante suas emissões de eq. CO₂ no decorrer dos anos. Já a FZEA teve um aumento das suas emissões no ano de 2015, seguidos de progressiva queda nos anos seguintes. Já para a PUSPFC, os dados não revelam tendência de alta ou queda de emissões, já que os valores de consumo de combustível informado se deram apenas a partir de 2016.

Emissões per capita

Considerando-se a população total do Campus Fernando Costa de 2453 usuários, e as emissões totais de usuários com veículo próprio de 807,5 t_{CO2}eq.ano⁻¹, tem-se cerca de 0.33 t_{CO2}eq.ano⁻¹ per capita. Este valor tenderá a aumentar considerando-se as emissões do transporte coletivo oferecida dentro do Campus, população residente do Campus, entrada de visitantes, entregadores e prestadores de serviço terceirizados.

De modo a estimar as emissões de CO₂ dos anos anteriores, considerou-se que a população do Campus permaneceu constante, assim como o perfil dos usuários em relação aos seus veículos e deslocamento dentro e fora do Campus. Ao se somar as emissões dos outros veículos e tratores oficiais, pode-se notar o quão grande é a parcela dos usuários nas emissões de CO₂ (Gráfico 7). Pode-se determinar também uma média per capita de emissões por usuário (Quadro 14).

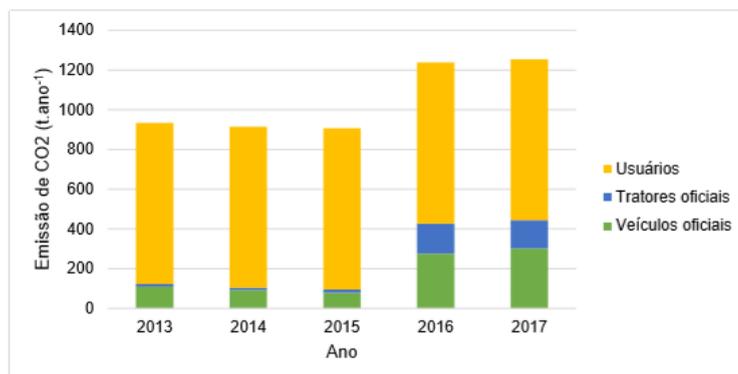


Gráfico 7. Participações nas emissões de CO₂ do Campus Fernando Costa nos últimos 5 anos.

Fonte: Autoria própria, 2018.

Quadro 14. Valores estimados de emissões per capita (t_{CO₂} eq.) dos usuários do Campus Fernando Costa nos últimos cinco anos.

EQUIVALENTES EM CO ₂	2013	2014	2015	2016	2017
TOTAL (T CO₂ EQ.)	933,8	915,1	906,9	1238,7	1255,1
PER CAPITA (T CO₂ EQ.)	0,381	0,373	0,370	0,505	0,512

Fonte: Autoria própria, 2018.

A priori, as emissões de equivalentes em carbono per capita do Campus Fernando Costa são muito pequenas comparadas ao outro Campus, como Luiz de Queiroz em Piracicaba (COOPER, 2013) e outras empresas abordadas por Mandalho (2013). Levando-se em conta a carência de dados levantados durante a pesquisa, maior incentivo à participação dos usuários e conscientização do setor administrativo responsável pelo controle de abastecimento de combustível deve ser estimulado. Assim, nos próximos anos, o perfil dos usuários pode ser tratado de maneira mais confiável e os gastos com combustível melhor avaliados, para então lançar-se mão de programas de redução de emissão, como maiores ofertas de carona ou até mesmo estímulo ao uso do transporte coletivo ofertado no Campus Fernando Costa.

Pecuária



De acordo com o levantamento realizado, o perfil do setor pecuário do Campus Fernando Costa (Gráfico 8), apresenta grande quantidade de suínos (44,2%) e bovinos (36,8%). Dentro desse último grupo existe predomínio de bovinos de corte (86,7%).



Gráfico 8. Evolução anual, entre 2013 a 2017, da quantidade de animais por categoria do setor pecuário do Campus Fernando Costa.

Fonte: Autoria própria, 2018.

A prevalência de emissão de GEE (em t_{CO_2eq}) pelo setor pecuário se dá pela bovinocultura (Gráfico 9), sendo a bovinocultura de corte responsável por 62,9% e a bovinocultura leiteira por 23,1% do total.

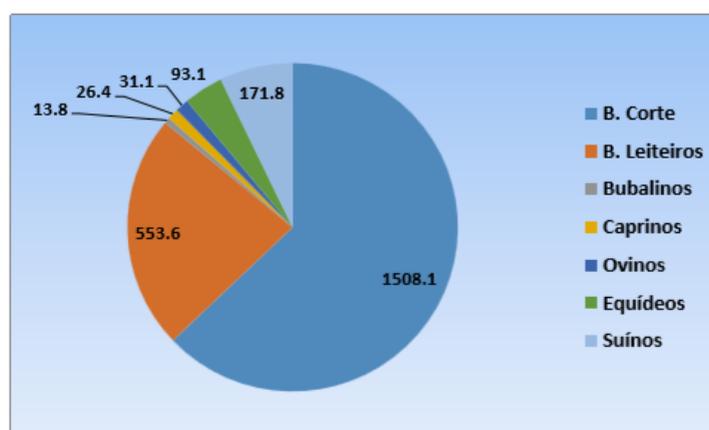


Gráfico 9. Emissão anual média de GEE (em t_{CO_2eq}) pelo setor pecuário do Campus Fernando Costa, no período de 2013 a 2017.

Fonte: Autoria própria, 2018.

Como demonstrado nos Gráficos 10 e 11, no período compreendido entre 2013 a 2017 houve aumento, de aproximadamente 23,3%, na emissão anual de equivalente

CO₂ (t_{CO₂eq}). Este fato é devido ao aumento do número de animais do Campus neste período.



Gráfico 10. Emissão anual de GEE (em t_{CO₂eq}) por atividade pecuária do Campus Fernando Costa, no período de 2013 a 2017.

Fonte: Autoria própria, 2018.

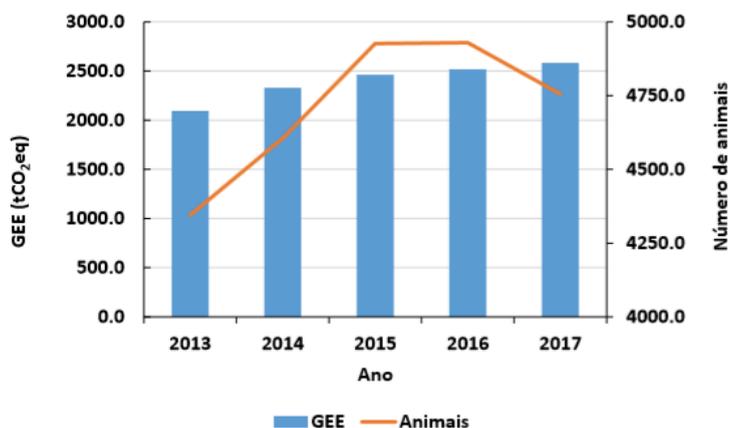


Gráfico 11. Evolução anual, entre 2013 a 2017, da quantidade de animais e da geração de GEE pelo setor pecuário do Campus Fernando Costa.

Fonte: Autoria própria, 2018.

Levando-se em consideração o perfil do Campus Fernando Costa, como uma instituição de ensino com foco em fornecer suporte à pesquisa, muitas de suas

atividades no setor pecuário são influenciadas pela demanda científica e algumas medidas mitigadoras são adotadas de forma isolada. No entanto, deve ser destacado o investimento do Campus em melhoramento genético do rebanho, principalmente da bovinocultura de corte e a recente instalação de um sistema de tratamento de dejetos por biodigestão no setor de suinocultura, o qual possibilitará a remoção da carga orgânica e a redução da quantidade de CO₂ emitido, o que poderá contribuir para a redução dos GEE ao longo dos próximos anos. Além das medidas citadas acima, sugere-se o uso do sistema de integração lavoura-pecuária (ILP), integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), tratamento de dejetos para geração de bioenergia e biofertilizantes, reduzindo assim o consumo de combustíveis fósseis e de adubos químicos para as atividades agrícolas.

Agricultura

Os insumos utilizados para fertilização do solo foram ureia, fertilizantes formulados (10-26-10, 08-28-16, 10-10-10, 4-14-8, 30-0-10, 7-34-11, 10-10-10, 2-2010 e 4-30-10), cloreto de potássio, calcário calcítico e calcário dolomítico, segundo dados fornecidos pela FZEA, FMVZ e Prefeitura do Campus.

Nos inventários realizados foram contabilizadas e registradas as emissões relativas aos seguintes GEE: gás carbônico (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (NO₂), de maneira individual ou agregada, em tonelada de CO₂ equivalente (t_{CO2} eq).

A média da área plantada total do Campus entre 2013 a 2017 foi 572,1 ha/ano, sendo que em 2013 houve a maior área plantada, em torno de 692 ha, observando-se diminuição na área plantada ao longo dos 5 anos (Gráfico 12). Essa diminuição deveu-se à utilização de novas tecnologias na agricultura, como a utilização de plantio direto.

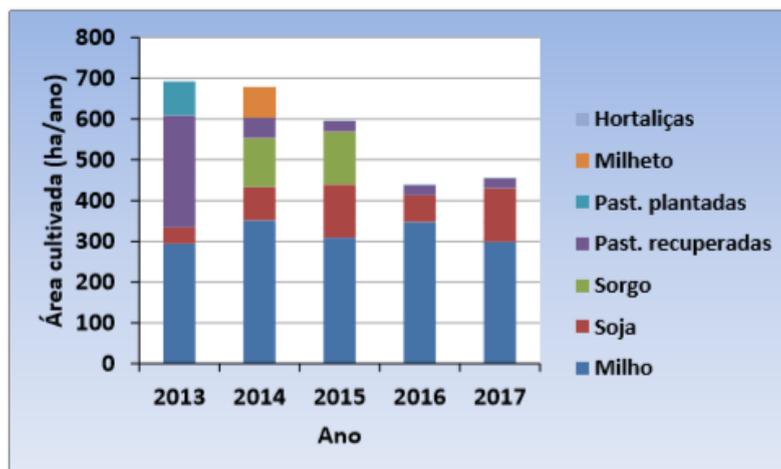


Gráfico 12. Área cultivada (ha/ano) no Campus entre os anos de 2013 e 2017.

Fonte: Autoria própria, 2018.

Observou-se maior área plantada de milho, em torno de 320 hectares, seguido pela soja (89,6 ha), pastagens recuperadas (80 ha), sorgo (50 ha), pastagens plantadas (16,8 ha), milheto (15,2 ha) e de hortaliças (0,02 ha) (Gráfico 13).

Para as áreas de reforma de pastagens, entre os anos de 2013 e 2017 foram utilizados sistemas de ILP (integração lavoura-pecuária), onde foi preparado o solo, feito o plantio de milho e, após a colheita, a área foi utilizada para pastejo. Atualmente, nenhuma área no Campus utiliza o sistema de ILP ou ILPF (integração lavoura-pecuária-floresta).

É realizada a rotação de cultura na área de milho, onde planta-se milho em um ano e a soja no próximo. Porém, devido à necessidade de se produzir mais milho do que soja (devido a aquele ser mais utilizado para alimentação animal), a rotação entre milho e soja é realizada em apenas uma parte da área.

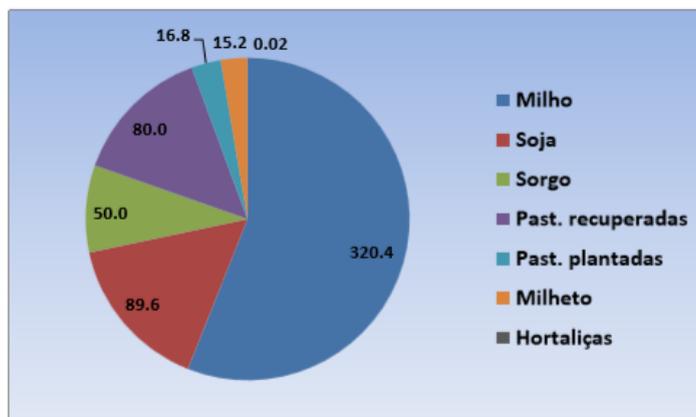


Gráfico 13. Área utilizada para as principais culturas plantadas (ha/ano) no Campus entre os anos de 2013 e 2017.

Fonte: Autoria própria, 2018.

Para a emissão de gases, obtidas segundo equações do IPCC (IPCC, 2006) e com base nos dados de uso de fertilizantes fornecidos pelas unidades, pode-se observar diminuição substancial nessas emissões entre os anos de 2013 e 2017 (Gráfico 14).

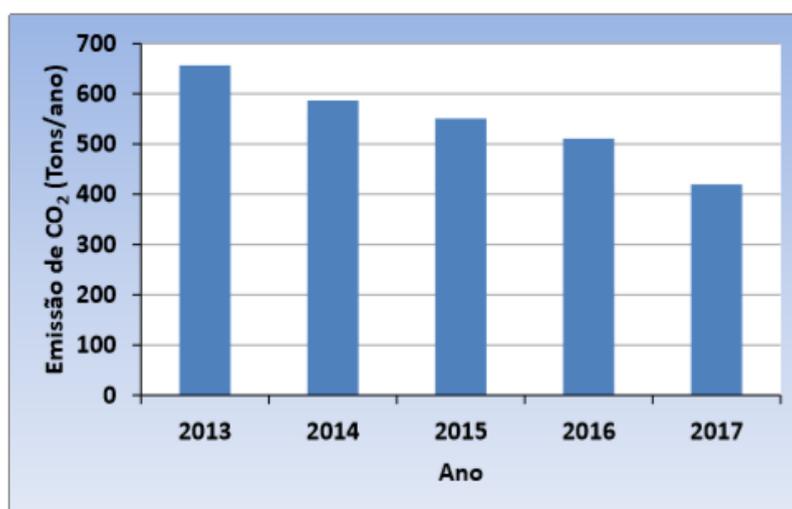


Gráfico 14. Emissão de CO₂ (Toneladas/ano) resultante do uso de insumos na agricultura realizada no Campus entre os anos de 2013 e 2017.

Fonte: Autoria própria, 2018.

Energia elétrica

De acordo com o levantamento realizado, o Campus Fernando Costa aumentou em 31% o consumo de energia elétrica em 2017 quando comparado com o ano de 2013 (Gráfico 15). Este aumento se justifica pelo aumento de alunos em virtude da abertura dos cursos de Engenharia de Biosistemas e Medicina Veterinária no ano de 2009, mas principalmente pelo aumento de infraestrutura e equipamentos promovidos no campus.

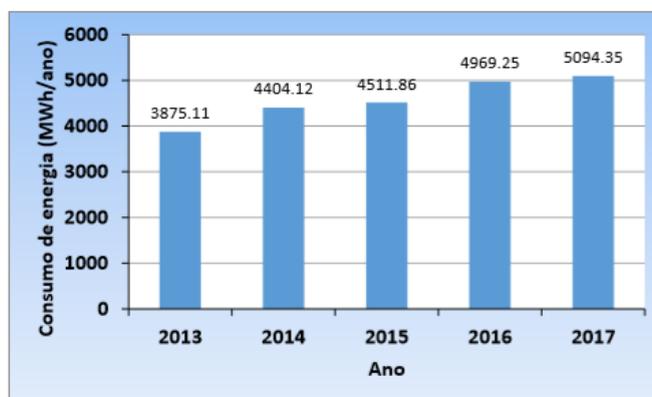


Gráfico 15. Consumo anual de energia elétrica (MWh/ano), entre 2013 e 2017, do campus Fernando Costa.

Fonte: Autoria própria, 2018.

A emissão de GEE apresentou aumento de 27,9% no ano de 2017 quando comparado com o ano de 2013 (Gráfico 16), acompanhando o aumento de consumo observado no período (Gráfico 15). No entanto, durante o período analisado, houve elevação das emissões nos anos de 2014 e 2015, os quais apresentaram emissões de 597,82 e 559,28 t_{CO2}eq/ano, respectivamente (Gráfico 2), sendo a emissão nestes anos superior a observada no ano de 2017, onde se observa o maior consumo no período.



Figura 16. Emissão de GEE em t_{CO2}eq/ano no campus Fernando Costa entre os anos de 2013 e 2017.

Fonte: Autoria própria, 2018.

Em 2013 o Brasil apresentou o menor volume de água armazenada nos reservatórios de hidrelétricas desde o início dos anos 2000 (SEEG, 2016), comprometendo assim a capacidade de geração das usinas hidrelétricas. Visando a manutenção do suprimento da demanda por eletricidade, foi necessário que o operador nacional intensificasse o acionamento das termelétricas que utilizam combustível fóssil para a geração de energia, elevando a emissão de GEE atrelada à geração de eletricidade nos anos de 2014 e 2015 (SEEG, 2018), o que pode ser observado pela elevação do fator de emissão nos anos de 2014 e 2015 apresentados no Gráfico 17.

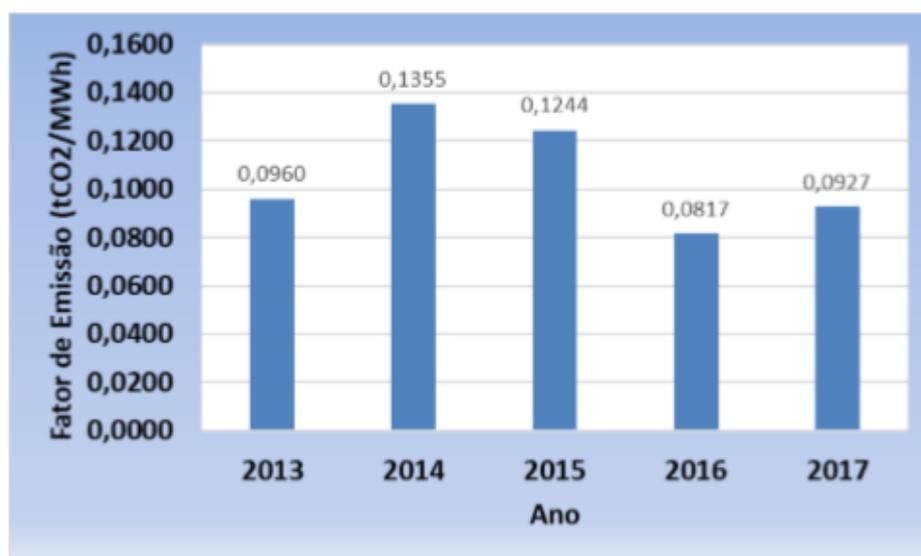


Gráfico 17. Fator de emissão médio anual (tCO₂/MWh) brasileiro entre os anos de 2013 e 2017.

Fonte: Adaptado de MCTIC (2018).

Desta forma, a elevada emissão de GEE nos anos de 2014 e 2015 é justificada principalmente pela elevação do fator de emissão ocorrido no período, o qual, juntamente com o aumento no consumo, ocasionou a elevação das emissões do Campus.

No ano de 2016, apesar do aumento no consumo de energia elétrica no Campus (Figura 15, as emissões de GEE foram reduzidas quando comparada aos anos de 2014 e 2015. Esta queda nas emissões também é justificada por alteração no fator de emissão médio anual (Gráfico 17), o qual apresenta uma queda brusca neste ano, principalmente em função de nova alteração na matriz elétrica nacional. No ano de 2016, segundo a SEEG (2018), houve uma expressiva redução na geração de eletricidade por gás natural (-29%) e por derivados de petróleo (-47%) em comparação com 2015, juntamente com o aumento da participação de geração renovável na matriz elétrica com ênfase na retomada do nível dos reservatórios das hidrelétricas e ampliação da geração eólica. Assim, as emissões de GEE pelo consumo de energia elétrica do Campus apresentou queda brusca no ano de 2016, apesar do aumento de consumo ocorrido naquele ano.

EMISSÕES GERAIS

Em cinco anos, entre os anos de 2013 e 2017, as emissões de carbono equivalente pelo Campus “Fernando Costa” aumentaram em 11,2%, passando de 6.070 toneladas em 2013 para 6.750 toneladas em 2017 (Gráfico 18).



Gráfico 18. Evolução das emissões gerais de GEE (em toneladas de CO₂eq. Por ano) pelo Campus Fernando Costa entre os anos de 2013 e 2017.

Fonte: Autoria própria, 2018.

Considerando os últimos 5 anos e os setores aqui avaliados, transporte, pecuária, agricultura e energia contribuíram, respectivamente, com 3.065; 2.398; 545 e 482 toneladas de carbono equivalente, o que corresponde a 47,2; 37,0; 8,4 e 7,4% das emissões totais de GEE (Gráfico 19).

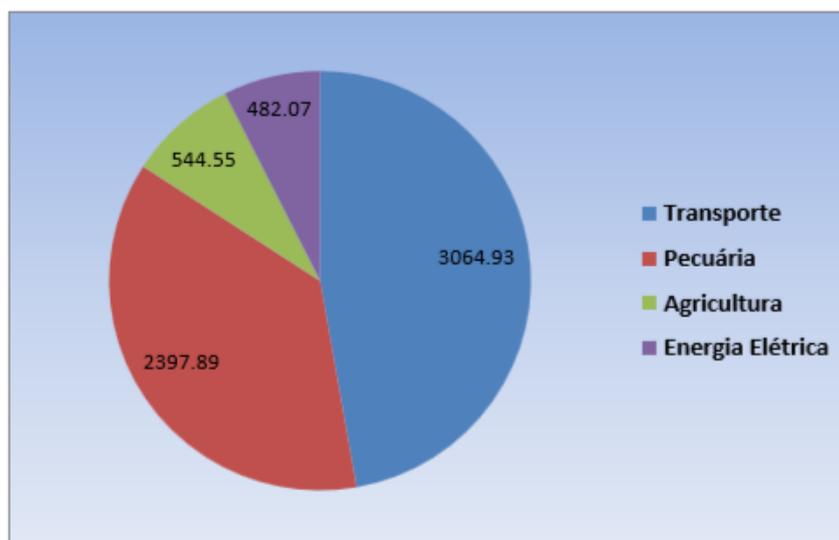


Gráfico 19. Emissões gerais médias de GEE (em toneladas de CO₂eq. Por ano) pelo Campus Fernando Costa entre os anos de 2013 e 2017.

Fonte: Autoria própria, 2018.

Diretrizes e Indicadores

Estratégias poderão ser adotadas para minimização de geração de gases poluentes e geradores do efeito estufa oriundos dos diversos setores do Campus.

Transporte

- Estímulo ao uso de transportes coletivos, com melhorias dos serviços de ônibus oferecidos pelo Campus, como, por exemplo: a) paulatina substituição da frota por veículos mais eficientes e utilizadores de combustíveis limpos e renováveis, b) melhoria da logística de transporte de forma a atender às necessidades dos usuários (horários, pontos de parada);
- Estímulo ou advertência para que sejam adotadas velocidades compatíveis com a segurança e também a maior eficiência no uso dos combustíveis veiculares;
- Estímulo ao uso de transportes alternativos (bicicletas ou até mesmo caminhadas à pé), com a) melhoria e aprimoramento de ciclovias e calçadas, b) construção de locais seguros e protegidos das intempéries para estacionamento das bicicletas e outros;
- Estímulo às práticas de carona solidária, com a) campanhas para estímulo à adoção desta prática entre os usuários do Campus, b) otimização e melhoria dos pontos de

parada, c) melhoria dos sistemas de informação do destino por parte de quem solicita a carona, entre outros.

Pecuária

Levando-se em consideração o perfil do Campus Fernando Costa, como uma instituição de ensino com foco em fornecer suporte à pesquisa, muitas de suas atividades no setor pecuário são influenciadas pela demanda científica e algumas medidas mitigadoras são adotadas de forma isolada.

No entanto, pode-se ainda recomendar:

- Contínuo e destacado investimento em melhoramento genético do rebanho, principalmente da bovinocultura de corte;
- Contínua e paulatina adoção de um sistema crescente de práticas agropecuárias inovadoras, como o uso do sistema de integração lavoura-pecuária (ILP), integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF);
- Adoção de sistemas de tratamento de dejetos para geração de bioenergia e biofertilizantes, reduzindo assim o consumo de combustíveis fósseis e de adubos químicos para as atividades agrícolas. Deve-se louvar a recente iniciativa de instalação de um sistema de tratamento de dejetos por biodigestão no setor de suinocultura, o qual possibilitará a remoção da carga orgânica e a redução da quantidade de CO₂ emitido, o que poderá contribuir para a redução dos GEE ao longo dos próximos anos.

Agricultura

- Com a finalidade de diminuir as emissões de gases de efeito estufa, uma estratégia interessante seria a rotação de culturas em uma mesma área, uma vez que essas técnicas permitem utilizar menor quantidade de fertilizantes, diminuindo, assim, as emissões.
- Também faz-se interessante o uso de novas tecnologias e novos sistemas de produção, como, por exemplo, o sistema integrado ILPF (Integração Lavoura Pecuária-Floresta). Dessa forma, há o aproveitamento da área para fixação do carbono no componente solo-planta, diminuindo as emissões.

Energia elétrica

Nos últimos anos o campus Fernando Costa vem aumentando consideravelmente sua infraestrutura e, conseqüentemente, o consumo de energia elétrica e as emissões de

GEE em função do consumo de energia elétrica tem acompanhado este aumento. No entanto, o principal agente para as flutuações das emissões de GEE foram as alterações no fator de emissão nacional em função principalmente das variações nos reservatórios das hidrelétricas nacionais, ficando o campus totalmente susceptível a tais variações.

Assim, deve-se considerar:

- O Campus já vem tomando iniciativas para minimizar o consumo de energia, como a troca das lâmpadas das vias públicas por lâmpadas de LED. Adicionalmente recomenda-se a substituição das lâmpadas das instalações do Campus por lâmpadas mais eficientes, como as de LED, bem como o maior aproveitamento da luz natural em todas as instalações. Outra medida recomendada para maior eficiência da utilização da eletricidade é a manutenção preventiva de equipamentos, visando que os mesmos não percam eficiência na utilização da eletricidade, ou ainda, a substituição de equipamentos que apresentam alto consumo por equipamentos mais eficientes, que minimizem o consumo de energia elétrica.
- Recomenda-se que o Campus promova ações socioeducativas entre os usuários, visando à conscientização para a otimização do uso dos equipamentos de alto consumo elétrico, tais como: freezers, estufas, geladeiras e, principalmente, o uso eficiente dos climatizadores de ambiente (ar-condicionado, ventilador e climatizador).
- Ainda recomenda-se que novas instalações a serem implantadas no Campus façam maior uso da iluminação natural, visando minimizar a necessidade da utilização de iluminação artificial pelo menos durante o período diurno.

Quadro 14. Resumo das diretrizes, metas e indicadores do GT Emissão de Gases do Efeito Estufa e Gases Poluentes

Tipo	Diretriz	Meta (Prazo)	Indicador
Transporte	Estímulo ao uso de transporte coletivo	Médio	Número de usuários

	Estímulo ou advertência para que sejam adotadas velocidades compatíveis com a segurança e também a maior eficiência no uso dos combustíveis veiculares	Curto	Registros da quantidade de multas do radar
	Estímulo ao uso de transportes alternativos; Estímulo às práticas de carona solidária	Curto	Registro do empréstimo de bicicleta
Pecuária/Agricultura	Investimento em melhoramento genético do rebanho, principalmente da bovinocultura de corte	Médio	-
	Práticas agropecuárias inovadoras, como o uso do sistema de integração lavoura-pecuária, integração lavoura-pecuária-floresta. Rotação de cultura	Médio	Área (ha) nestes sistemas
	Tratamento de dejetos para geração de bioenergia e biofertilizantes	Médio	m ³ de dejetos tratados
Energia Elétrica	Substituição das lâmpadas das instalações do Campus por lâmpadas mais eficientes	Médio	Consumo de energia
	Ações socioeducativas para redução do consumo	Curto	Consumo de energia
	Projetar as novas construções com melhor aproveitamento da luz solar	Longo	Consumo de energia

Fonte Própria.

Equipe

Nome	Unidade	Categoria
Paulo Henrique Mazza Rodrigues- Coordenador	FMVZ	Docente
Daniela Oliva de Godoy	FZEA	Pós-Graduação
Flavio Perna Junior	VNP/FMVZ/US P	Técnico Procontes

Guilherme Acácio de Sene	ZAZ/FZEA	Pós-Graduação
Patricia Risa Iwanaga	FZEA	Graduação
Thiago Ravanini do Nascimento	FZEA	Graduação

Referências Bibliográficas

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Protocolo de Quioto**. Disponível em: <http://ww.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/protocolo-de-quioto>. s.d.. Acesso em: setembro, 2018.

CENTRO DE ESTUDOS EM SUSTENTABILIDADE DA EAESP. **Programa Brasileiro GHG Protocol**. Disponível em: <<http://www.ghgprotocolbrasil.com.br>> Acesso em 15 de novembro de 2018.

CERRI, C.C. et al. **Brazilian greenhouse gas emissions: the importance of agriculture and livestock**. Scientia Agricola, Piracicaba, v.66, n.6, p.831-843, 2009.

COOPER, M. et al. **Plano diretor socioambiental participativo do Campus “Luiz de Queiroz”**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. 2013.

DUXBURY, J.M. **The significance of agricultural sources of greenhouse gases**. Fertilizer Research, Oxford, v.38, n.2, p.151-163, 1994. GHG Brasil. Programa Brasileiro GHG Protocol. São Paulo 2013. Disponível em <http://www.ghgprotocolbrasil.com.br/index.php?r=site/conteudo&id=1> Acesso em: 25 de abril de 2018.

GHG. **Protocol Corporate Standard (The Greenhouse Gas Protocol)**. 2013. Disponível em: <http://www.ghgprotocol.org/> . Acesso em: 25 de abril de 2018.

INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Second Assessment Report: Climate Change**. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/organization/organization.shtml>>. Acesso em setembro de 2018.

IPCC. **Segundo Relatório de Avaliação (Second Assessment Report – SAR)**. 1995. Disponível em: <www.ipcc.ch/pdf/climate-changes-1995/ipcc-2ndassessment/2nd-assessment-en.pdf>.

IPCC. **Intergovernmental Panel on Climate Change**. 2006.

IPCC. **Guidelines for national greenhouse gas inventories**. 2006.

MANDALHO, L.G.H. **Emissões de gases de efeito estufa de veículos automotores n deslocamento casa-trabalho e em deslocamentos a serviço, de servidores do**



Ministério do Meio Ambiente, nos anos-base 2012 e 2013. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal do Paraná. 2014.

MCTIC. 2017. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil.** 4ª edição, 2017.

MCTIC. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **Inventários corporativos, 2018.** Disponível em:<http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/textogeral/emissao_corporativos.html> Acesso em 15 de novembro de 2018

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (MCTI). **Fatores de emissão de CO₂ para utilizações que necessitam do fator médio de emissão do Sistema Interligado Nacional do Brasil.** Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/321144.html>. Acesso em 20 Abril de 2018.

SEEG. **Relatório de emissões dos setores de energia, processos industriais e uso de produtos.** 2016. Disponível em:<http://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2016/09/FINAL-16-09-23-RelatoriosSEEG-PIUP_.pdf> Acesso em 17 de novembro de 2018.

STEINFELD, H.; GERBER, P.; WASSENAAR, T.; CASTEL, V.; ROSALES, M.; HAAN, C. **Livestock's Long Shadow: Environmental Issues and Options.** Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2006.